

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ondřej Bija**
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3607T040 Prostředí staveb
Téma: **Slaměný dům - Informační a vzdělávací centrum**
The House of Straw Bales - The Infomation and Education Centre

Zásady pro vypracování:

Dle směrnice děkanky č.7/2011 a dle vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb

Slaměný dům – dokumentace pro provádění stavby, zařízení pro vytápění stavby, výpočet energetické náročnosti budovy.

1. Průvodní zpráva
2. Souhrnnou technickou zprávu
3. Stavební část (v rozsahu potřeb TZB, M. 1:50)
4. Situace
5. Dokumentace pro vytápění:
 - technická zpráva
 - návrh a výpočet řízeného větrání s rekuperací a jednotlivých zařízení
 - návrh ohřevu TV
 - výkresová část

Seznam doporučené odborné literatury:

- Z.č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon)
ČSN 734301 Obytné budovy 2004
ČSN 016420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části 2004
ČSN EN 1996-1 – EC 6: Navrhování zděných konstrukcí: Část 1 – Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce 2007
Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb., o obecných požadavcích na výstavbu
Vyhláška MMR č. 369/2001 Sb., o obecných požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace
ČSN EN 806 Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě: Část 1-4 2010
ČSN EN 1717 Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem 2002
ČSN 755411 Vodovodní přípojky 2006
ČSN 756101 Stokové sítě a kanalizační přípojky 2004
ČSN EN 120565 Vnitřní kanalizace – gravitační systémy: Část 1-5 2001
ČSN 756760 Vnitřní kanalizace 2003
ČSN 759010 Vsakovací zařízení srážkových vod 2012
ČSN 013450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace 2006


ČSN 013452 Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení 2006
ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení 1994
ČSN 730540 Tepelná ochrana budov: Část 1-4 2011
ČSN 060310 Ústřední vytápění – Projektování montáž 2002
ČSN 060320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování 06
ČSN 060830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení 2006
ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu 2005
ČSN EN 12 828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav 2005
ČSN EN 832 Tepelné chování budov – Výpočet energie na vytápění – Obytné budovy 2000
Čupr, Bartošová, Počinková, Vrána: ZTI pro kombinované studium, CERM, s.r.o. Brno (2002)
Bystřický, Pokorný: TZB-A (zdravotechnika), ČVUT Praha (2003)
Bystřický, Pokorný: TZB-B (vytápění), ČVUT Praha (2003)
Brož, Vytápění, ČVUT Praha (2002)
Kuba: Plynová zařízení v technické vybavenosti budov, VŠB-TU Ostrava (2003)
Cihlár, Gebauer, Počinková: TZB, ÚT I, Cvičení, ateliérová tvorba, CERM, s.r.o. Brno (1998)
ČSTZ Praha: Technická pravidla a doporučení GAS. Soulad TPG – TD
www.tzbinfo.cz: Společnost pro techniku prostředí
Vaverka a kolektiv: Stavební tepelná technika a energetika budov, Vutium Brno, (2006)
Filipiová: Projektujeme bez bariér Praha (2002)

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petra Tymová, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2012

Datum odevzdání: 30.11.2012


Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Darja Kubečková, Ph.D.
děkanka fakulty

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB



SLAMĚNÝ DŮM: VÝUKOVÉ A INFORMAČNÍ CENTRUM

The House of Straw Bales: The Information and Education Centre

Student:

Bc. Ondřej Bija

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2012

PROHLÁŠENÍ STUDENTA

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh samostatně pod vedením vedoucího práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 30.11. 2012

.....

Bc. Ondřej Bija

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby

V Ostravě dne 30.11.2012

.....

Bc. Ondřej Bija

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji mé vedoucí diplomové práce paní Ing. Petře Tymové, Ph.D. za cenné rady, trpělivost a ochotu nejen během zpracování mé diplomové práce, ale i po dobu mého bakalářského a magisterského studia. Děkuji Ing. Pavlu Oravcovi, Ph.D. za jeho rady, postřehy a čas, který věnoval konzultacím stavební části mé diplomové práce. Dále panu Ing. Romanu Kunertovi za konfrontaci mé práce s praktickými poznatky a za vypracování oponentury.

Také děkuji své rodině za podporu a pochopení během studia.

ANOTACE

Jak již název diplomové práce napovídá, jedná se o stavbu za použití netradičního stavebního materiálu: slaměných balíků. Ty jsou užity jako hlavní tepelná izolace a spolu s dřevěnými prvky tvoří obvodové konstrukce domu.

Diplomová práce se zabývá hodnocením slaměného balíku jako stavebního prvku v nízkoenergetické výstavbě a na konstrukci domu a jeho detailech definuje aplikovatelnost do stavebních konstrukcí v pasivním a nízkoenergetickém standardu. Tyto detaily jsou také předmětem tepelně technického hodnocení. V další části diplomové práce je proveden návrh systému mechanického větrání a vytápění.

Vzor citace:

BIJA, Ondřej. Diplomová práce: Slaměný dům: Výukové a informační centrum. Ostrava: VŠB-TUO FAST, 2012.

Počet stran: 121

ANNOTATION

As the title of the thesis suggests, this is a building for the use of unconventional materials: straw bales. They are used as the main insulation and together with wooden elements form the building envelope of the house.

This thesis deals with the evaluation of the straw bale as a building element in a low energy building and on the construction of the house and its details it defines its applicability to the constructions in passive and low-energy standard. These details are also subject of the thermal technical evaluation. In the next part of the thesis is performed the proposal of a mechanical ventilation system and heating.

Citation:

BIJA, Ondřej. Diploma thesis: The House of Straw Bales - The Information and Education Centre. Ostrava: VŠB-TUO FAST, 2012.

Number of pages: 121

ÚVOD

Sláma ve formě balíku je známa již více jak sto let. Původně se svazovala do malých kvádrů kvůli lepší manipulaci a skladovatelnosti. V 19. století bychom těžko hledali stavení, které by na půdě nemělo seno nebo slámu. Lidé si tak nepřímo izolovali strop svého domu a již tehdy se vědělo o skvělých tepelněizolačních vlastnostech slámy. V té době vyrostly první slaměné domy ve Spojených státech a na Ukrajině, některé stojí ještě dnes.

V současné době, kdy roste zájem o pasivní a nízkoenergetické domy a je kladen velký důraz na přírodní materiály, je slaměný balík jednou z možných variant. V mnoha lidech stále ještě vyvolává dům ve spojení se slámou úsměvy, ale při bližším pohledu na tuto problematiku je patrné, že právě sláma je dobrou volbou pro pasivní a nízkoenergetickou výstavbu především z hlediska ekonomiky a ekologie.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PD	Projektová dokumentace
PT	Původní terén
NP	Nadzemní podlaží
ŽP	Životní prostředí
m, mm	Délková míra
m ²	Plošná míra
m ³	Kubická míra
°C	Jednotka teploty
kPa, MPa, bar	Jednotka tlaku
m.n.m	Výšková hodnota metrů nad mořem
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
Rw	Index vzduchové neprůzvučnosti (dB)
U	Výpočtový součinitel prostupu tepla (W/m ² K)
OSB	Oriented strand board, plošně lisované desky z orientovaných velkoplošných třísek
EPS	Pěnový polystyrén
C 20/25	Pevnost betonu v prostém tlaku (válcová/kubická, MPa)
Ø	Průměr
VZT	Vzduchotechnika
TČ	Tepelné čerpadlo
TV	Teplá voda
AN	Akumulační nádrž
Cu	Měď
Qc	Výpočtová tepelná ztáta objektu
cN	Vzduchová kapacitní konstanta
t	Teplota
e1	Přívodní potrubí otopného vzduchu do místnosti
e2	Přívodní potrubí čerstvého venkovního vzduchu
i1	Odvodní potrubí znečištěného vzduchu z místnosti
i2	Výfukové potrubí znečištěného vzduchu z jednotky

OBSAH

Prohlášení studenta.....	4
Prohlášení autora diplomové práce	5
Poděkování	6
Anotace.....	7
Annotation	7
Úvod	8
Seznam použitých symbolů a zkratk	9
Obsah.....	10
1. SLAMĚNÝ BALÍK V NÍZKOENERGETICKÉ A PASIVNÍ VÝSTAVBĚ.....	17
1.1. Úvodní komentář.....	17
1.2. Slaměné domy	17
1.2.1. Historie	17
1.2.2. Slaměný balík	18
1.2.3. Specifické vlivy na tepelnou izolaci ze slaměných balíků	21
1.2.4. Trvale udržitelný rozvoj	22
1.2.5. Stěnové konstrukce.....	24
1.3. Konstrukce slaměného domu	25
1.3.1. Proč dřevo? Proč ne!.....	25
1.3.2. Skeletová konstrukce	25
1.4. Návrh vlastní konstrukce.....	27
1.4.1. Podmínky užití slaměného balíku v pasivní výstavbě.....	27
1.4.2. Obvodový plášť	28
1.4.3. Spodní stavba.....	30
1.4.5. Osazení okenních otvorů	33
1.4.6. Stropní konstrukce.....	34
1.5. Zhodnocení konstrukce obvodového pláště z hlediska trvale udržitelné výstavby.....	35
1.5.1. Ekonomické hodnocení	35
1.5.2. Environmentální hodnocení.....	38
1.6. Závěr.....	39

2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA	41
2.1. Identifikační údaje.....	41
2.2. Údaje o dosavadním využití a zastavěnosti území, o stavebním pozemku a o majetkoprávních vztazích.....	42
2.3. Údaje o provedených průzkumech a o napojení na dopravní a technickou infrastrukturu	42
2.4. Informace o splnění požadavků dotčených orgánů	43
2.5. Informace o dodržení obecných požadavků na výstavbu.....	43
2.6. Údaje o splnění podmínek regulačního plánu, územního rozhodnutí, popřípadě územně plánovací informace u staveb podle §104 odst. 1 stavebního zákona.....	43
2.7. Věcné a časové vazby stavby na související a podmiňující stavby a jiná opatření v dotčeném území.....	44
2.9. Statistické údaje o orientační hodnotě stavby bytové, nebytové, na ochranu životního prostředí a ostatní v tis. Kč, dále údaje o podlahové ploše budovy bytové či nebytové v m ² , a o počtu bytů v budovách bytových a nebytových	45
3. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	47
3.1. Urbanistické, architektonické a stavebně technické řešení	47
3.1.1. Zhodnocení staveniště	47
3.1.2. Urbanistické a architektonické řešení stavby, popřípadě pozemků s ní souvisejících	47
3.1.3. Technické řešení s popisem pozemních staveb a inženýrských staveb a řešení vnějších ploch.....	48
3.1.4. Napojení stavby na dopravní a technickou infrastrukturu	49
3.1.5. Řešení technické a dopravní infrastruktury včetně řešení dopravy v klidu.....	50
3.1.6. Vliv stavby na životní prostředí a řešení jeho ochrany.....	50
3.1.7. Řešení bezbariérového užívání navazujících veřejně přístupných ploch a komunikací	50
3.1.8. Průzkumy a měření, jejich vyhodnocení a začlenění jejich výsledků do projektové dokumentace.....	50
3.1.9. Údaje o podkladech pro vytýčení stavby, geodetický referenční polohový a výškový systém	50
3.1.10. Členění stavby na jednotlivé stavební a inženýrské objekty a technologické provozní soubory	51
3.1.11. Vliv stavby na okolní pozemky a stavby	51
3.1.12. Způsob zajištění ochrany zdraví a bezpečnosti pracovníků	51
3.2. Mechanická odolnost a stabilita	52

3.3.	Požární bezpečnost	52
3.4.	Hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí.....	52
3.5.	Bezpečnost při užívání	52
3.6.	Ochrana proti hluku.....	53
3.7.	Úspora energie a ochrana tepla	53
3.8.	Přístup osob s omezenou schopností pohybu a orientace	53
3.9.	Ochrana stavby před škodlivými vlivy vnějšího prostředí.....	54
3.10.	Ochrana obyvatelstva	54
3.11.	Inženýrské stavby	54
3.11.1.	Odvodnění území včetně zneškodňování odpadních vod.....	54
3.11.2.	Zásobování vodou.....	54
3.11.3.	Zásobování energiemi.....	55
3.11.4.	Řešení dopravy	55
3.11.5.	Povrchové úpravy v okolí stavby, včetně vegetačních úprav.....	55
3.11.6.	Elektronické komunikace	55
3.12.	Výrobní a nevýrobní technologická zařízení staveb.....	55
4.	TECHNICKÁ ZPRÁVA STAVEBNÍ ČÁSTI.....	57
4.1.	Účel objektu	57
4.2.	Urbanistické a architektonické řešení stavby	57
4.2.1.	Urbanistické řešení	57
4.2.2.	Architektonické řešení	57
4.3.	Kapacity, užitkové plochy, obestavěné prostory, zastavěné plochy, orientace, osvětlení a oslunění.....	58
4.4.	Stavebně konstrukční řešení.....	59
4.4.1.	Zemní práce	59
4.4.2.	Základové konstrukce.....	59
4.4.3.	Svislé konstrukce.....	60
4.4.4.	Vodorovná konstrukce.....	64
4.4.5.	Konstrukce schodiště	64
4.4.6.	Konstrukce krovu	65
4.4.7.	Zastřešení.....	65
4.4.8.	Izolace.....	66
4.4.9.	Podlahy	69
4.4.10.	Podhledy	69

4.4.11.	Výrobky - truhlářské, zámečnické, klempířské, sklenářské	69
4.4.12.	Obklady	70
4.4.13.	Povrchové úpravy	71
4.4.14.	Větrání a osvětlení místnosti	71
4.4.15.	Venkovní úpravy	71
4.5.	Elektroinstalace	71
4.6.	Přípojka plynu	72
4.7.	Zásobování vodou	72
4.8.	Kanalizace	72
4.9.	Vytápění	73
4.10.	Chlazení	73
4.11.	Vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí a řešení případných negativních účinků	73
4.12.	Dopravní řešení	73
4.13.	Ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí, protiradonová opatření	74
4.14.	Dodržení obecných požadavků na výstavbu	74
5.	TECHNICKÁ ZPRÁVA VYTÁPĚNÍ	76
5.1.	Typ zdroje tepla, zař. Zpětného získávání tepla, tep. Čerpadlo, akumulční zdroj tepla.	76
5.2.	Klimatické podmínky místa stavby a provozní podmínky	77
5.3.	Přehled navrhovaných a předpokládaných hodnot tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí	78
5.4.	Přehled tepelných ztrát budovy	79
5.5.	Přehled jednotlivých vzduchotechnických zařízení napojených na rozvody tepla	80
5.6.	Výpočet potřebného tepelného příkonu pro ohřev teplé vody na základě bilance předané specialistou zdravotní techniky	80
5.7.	Stanovení potřebného tepelného výkonu zdroje tepla	81
5.8.	Stanovení a přehled roční potřeby tepla pro vytápění, vzduchotechniku a přípravu tuv, celková roční potřeba tepla v mwh/rok	81
5.9.	Výpočet hodnoty přípojného výkonu zdroje tepla, vycházející z hodnot potřebného tepelného příkonu pro vytápění, vzt a ohřev tuv.	83
5.10.	Popis přípojky primárního média, nominální parametry	83
5.11.	Popis výměňkové stanice tepla, umístění, parametry primární a sekundární strany, zabezpečovací a regulační systém	84
5.12.	Umístění zdroje tepla, požadavky na dispoziční a stavební řešení	84

5.13.	Výpočet větrání kotelny, řešení přívodu a odvodu vzduchu, stavební a technické řešení.	85
5.14.	Výpočet průřezu kouřovodů a komínů	85
5.15.	Řešení požární bezpečnosti kotelny	85
5.16.	Popis požadovaného otopného systému (vodní parní nemrznoucí kapalina apod.), nominální teplotní spád, tlakové pásmo, typ okruhů rozvodu tepla (jednotrubkové, dvoutrubkové)	85
5.17.	Rozdělení otopného systému na jednotlivé okruhy, jejich tepelný výkon, průtok....	86
5.18.	Tlaková ztráta, způsob regulace (kvantitativní/kvalitativní), parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů.....	86
5.19.	Popis páteřních a podružných rozvodů, vedení, umístění	87
5.20.	Způsob vyregulování a vyvážení soustavy rozvodu tepla	88
5.21.	Zabezpečení a doplňování otopné soustavy vodou, úprava doplňovací vody.....	88
5.22.	Tlakové poměry při vychladlé soustavě (plnicí tlak, provozní tlak, max. Tlak, otevírací tlak pojistného ventilu).....	88
5.23.	Výpočet pojistného ventilu	89
5.24.	Popis způsobu vytápění jednotlivých typů prostorů a provozů.....	89
5.25.	Popis otopných ploch, umístění, způsob připojení na tepelnou soustavu, regulace teploty v prostoru	90
5.26.	Popis připojení vzduchotechnických zařízení na otopnou soustavu, způsob regulace teploty, nominální tepelné výkony, průtoky, tlakové ztráty výměníků.....	90
5.27.	Parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů.....	91
5.28.	Měření spotřeby tepla, instalace měřičů spotřeby tepla, umístění, typ, vyhodnocení	91
5.29.	Popis způsobu přípravy teplé vody, připojení na otopnou soustavu, tepelný výkon.	91
5.30.	Způsob regulace přípravy teplé vody	91
5.31.	Typy navržených zařízení.....	92
5.32.	Potrubí, nátěry, izolace, zavěšení, uložení, kompenzace.....	92
5.33.	Výpis materiálu potrubí jednotlivých částí soustavy, definice nátěrů, tepelných izolací, popis způsobu zavěšení potrubí, uložení a kompenzace	93
6.	TECHNICKÁ ZPRÁVA ZAŘÍZENÍ VZDUCHOTECHNIKY	95
6.1.	Soupis výchozích podkladů (zadání investora, použitých právních předpisů a norem)	95
6.2.	Klimatické podmínky místa stavby a provozní podmínky.....	96
6.3.	Požadované parametry vnitřního mikroklimatu s odvoláním na právní předpisy	97
6.4.	Popis základní koncepce vzduchotechnického zařízení.....	100
6.5.	Výpočet typů prostorů větraných přirozeně nebo nuceně, zajištění předepsané hygienické výměny vzduchu v jednotlivých prostorech,	100

6.6.	Minimální dávky čerstvého vzduchu, podíl vzduchu cirkulačního, podíl vzduchu na pokrytí tepelných ztrát.....	102
6.7.	Umístění nasávání venkovního vzduchu pro zařízení, odvod vzduchu odpadního	104
6.8.	Počet a umístění centrál úpravy vzduchu	104
6.9.	Zadání tepelných ztrát a zátěží klimatizovaných prostorů, požadované parametry letní/zimní v klimatizovaných prostorech	105
6.10.	Požadavky na přívod čerstvého vzduchu a odvětrání místností,	107
6.11.	Vzduchové výkony v jednotlivých typech místností.....	107
6.12.	Hlukové parametry ve vnitřním a venkovním prostředí.....	108
6.13.	Údaje o škodlivinách se stanovením emisí a jejich koncentrace	108
6.14.	Popis způsobu větrání a klimatizace jednotlivých prostorů a provozů	109
6.15.	Seznam zařízení s uvedením výkonových parametrů.....	109
6.16.	Zařízení s uvedením rozsahu úpravy vzduchu	110
6.18.	Umístění zařízení - strojovny úpravy vzduchu, množství vzduchu, vedení kanálů do obsluhovaných prostorů, distribuce vzduchu v prostoru.....	111
6.19.	Požadavky zařízení na tepelné a chladicí příkony a elektrické příkony.....	111
6.20.	Stručný popis způsobu provozu a regulace	112
6.21.	Popis způsobu zavěšení potrubí, uložení.....	112
6.22.	Koncepce a rozsahy potrubních sítí rozvodů tepla a chladu	113
6.23.	Rozsahy příslušenství potrubních sítí rozvodů tepla a chladu (počty a typy čerpadel, uzavírek a dalších armatur)	113
6.24.	Pokyny pro montáž	114
6.25.	Požadavky na uvádění do provozu (předepsaní a smluvní zkoušky, komplexní vyzkoušení, zkušební provoz, měření a seřízení průtoku vzduchu, měření hluku apod.).....	114
	Závěr.....	115
	Seznam použitých zdrojů	116
	Seznam použitého softwaru:	118
	Seznam použitých obrázků:	118
	Seznam použitých tabulek:.....	119
	Seznam použitých grafů	120
	Seznam výkresů.....	120
	Seznam příloh:.....	121

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB



TEORETICKÝ PODKLAD

**1. Slaměný balík v nízkoenergetické a pasivní
výstavbě**

Student:

Bc. Ondřej Bija

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petra Tymová, Ph.D

1. SLAMĚNÝ BALÍK V NÍZKOENERGETICKÉ A PASIVNÍ VÝSTAVBĚ

1.1. ÚVODNÍ KOMENTÁŘ

Jako první část mé diplomové práce jsem se rozhodl prezentovat teoretický podklad, od něž se odvíjí celá filozofie tohoto projektu. Zde uvedené informace jsou podloženy měřením, výčtem z literatury, osobní zkušeností a následně jsou implementovány do skladeb konstrukcí mnou navržených. Jedná se o velmi specifický materiál, se kterým v ČR není tolik zkušeností jako v zahraničí. Je to dáno velkou konzervativností českých stavebníků a vlastností českého národa pohlížet na nezvyklé materiály s nedůvěrou. Mým osobním postojem v oblasti stavebnictví jako celku je hledat možnosti a materiály, které povedou nejen k finanční úspoře, ale také po cestě snižování energetické náročnosti procesů jak výrobních, tak také provozních.

V mnoha ohledech se výsledek této práce s mými původními představami neshoduje, je to dáno především velikostí objektu, jeho statickými požadavky a technickou náročností některých detailů. U rodinných domů tyto problémy částečně odpadají a celkový výsledek by na domě menších rozměrů byl patrnější. V rámci získávání zkušeností a ověřením mé technické erudice je však tento typ budovy správným měřítkem pro diplomovou práci.

1.2. SLAMĚNÉ DOMY

1.2.1. HISTORIE

První slaměné domy se začaly stavět na jihu USA v 19. století. Ty historicky první stojí v Nebrasce, první datovanou zmínkou je školní budova z roku 1886 školní budova. Budovy se stavěly bez dřevěného skeletu, kde se střecha pokládala přímo na slaměné balíky. Největší rozmach těchto domů byl z počátku 20. Století do 30. let, postavilo se cca 70 domů, z nichž ještě 13 stálo v roce 1993 [1]. Nejstarší dochovaný slaměný dům v Evropě pochází z roku 1921, tzv. „Mason Feuillette” byl postaven v sídle Montargis ve Francii.



Obr. č. 1: „Mason Feuillette” z roku 1921



Obr. č. 2: „Mason Feuillette” současnost

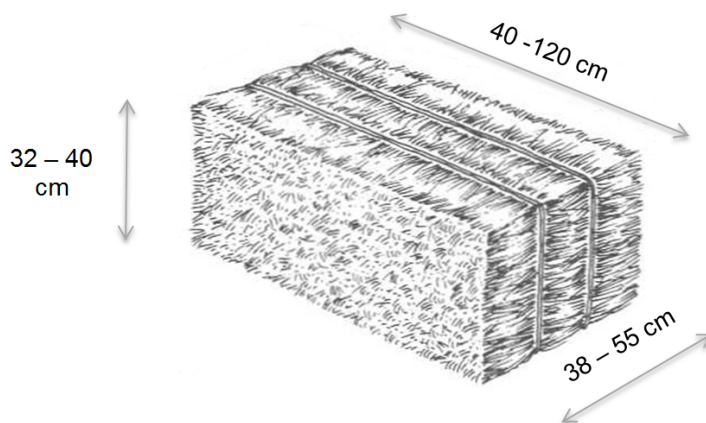
Po celém světě byly postaveny již stovky slaměných domů, v USA pro ně byly dokonce stanoveny i speciální předpisy. Zřejmě nejmasivnější mánie postihla Bělorusko, kde vystavěli sídliště čítající 200 „slamáků“, tvůrci za tento počín obdrželi v roce 2000 cenu World Sustainable Energy Awards.

V České republice existuje spousta nadšenců do tohoto typu stavitelství, pořádají se workshopy, semináře, přednášky, zkrátka dochází k postupnému vývoji a osvětě těchto domů u nás, jen české zákony, normy a vyhlášky na tento druh domů nejsou příliš připraveny.

1.2.2. SLAMĚNÝ BALÍK

Za slámu označujeme stonky vymláčeného obilí z pšenice, žita, ječmene, ovsa a dalších plodin. Nejlepší sláma pro stavební účely je ta z odrůd pšenice.

Vyrábí se za pomoci lisu přímo na poli, dle každého lisu se mohou rozměry lišit, nečastější jsou tyto rozměry:



Obr. č.3: Nejčastější rozměry balíku (dle aktuálních možností zemědělců)

Fyzikální vlastnosti:

○ **Hustota ρ :**

80 – 120 kg/m³ (dle lisu), optimálně 90 kg/m³

○ **Tepelná vodivost λ :**

Obecně tepelná vodivost slaměného balíku závisí na vlhkosti, objemové hmotnosti a teplotě, se těmito zvyšujícími hodnotami se zvyšuje i λ .

Srovnání publikovaných součinitelů tepelné vodivosti zahraničních publikací je přehledně srovnáno v [2], přičemž jsou uvedeny hodnoty tepelného toku rovnoběžně s vlákny (Parallel) a kolmo na vlákna (Perpendicular).

Study	Density, ρ (kg/m ³)	Thermal Conductivity, λ (W/m·K)	
		Parallel	Perpendicular
McCabe (1993)	133	0.061	0.054
Rissanen (1998)	35-97	0.039-0.057	
Andersen (2001)	75	0.057	0.052
Andersen (2001)	90	0.060	0.056
Beck (2004)	80	0.041	
Acton (1994)	83	0.054	
Goodhew (2005)	60	0.067	
Valovirta ¹ (2002)	60	0.047	

1. Valovirta studied loose hemp insulation

Tab. č.1: Přehled naměřených hodnot λ při různých proměnných ρ [2].

Literatura [2] závěrem doporučuje uvažovat tyto hodnoty součinitele tepelné vodivosti:

Tepelný tok kolmo ke stéblům $\lambda = 0,06 - 0,07$ W/(m.K)

Tepelný tok rovnoběžně se stébly $\lambda = 0,065 - 0,075$ W/(m.K)

Rakouská studie [3] uvádí tyto hodnoty:

Tepelný tok kolmo ke stéblům $\lambda = 0,0404$ W/(m.K)

Tepelný tok rovnoběžně se stébly $\lambda = 0,0456$ W/(m.K)

Nutno podotknout, že tyto hodnoty jsou naměřeny dle příslušných předpisů ÖNORM ve výzkumném institutu ve Vídni a jsou včetně bezpečnostní přírážky 20%. Nezávisle na tomto měření provedli ta samá měření v Německu ve výzkumném ústavu v Mnichově dle příslušné normy DIN a hodnota tepelné vodivosti měřená kolmo ke stéblům nepřesáhla hodnotu 0,045 W/(m.K) včetně přírážky. To už má velkou výpovědní hodnotu.

V České republice platí za odborníka s největšími zkušenostmi Ing. Daniel Grmela, který se věnuje výzkumu vlastností slámy i projekci slaměných domů. Uvedu zde jedno reprezentativní měření balíku slámy vyňatého z reálného prostředí. Převzato z [4]:

Směr tepelného toku	θ [°C]	λ [W/m.K]	$c_p \cdot 10^6$ [J/m³ K]	$a \cdot 10^6$ [m²/s]	ρ [kg/m³]	w [%]
Kolmo na stébla	19,1	0,0506	0,125	0,406	70	14
	20,6	0,0519	0,137	0,378	70	
Rovnoběžně se stébly	20,6	0,0629	0,192	0,328	70	14

Tab. č. 2: Tepelně fyzikální vlastnosti slámy (Ing. Daniel Grmela)

○ **Vlhkost:**

Optimální hmotnostní vlhkost by se měla pohybovat pod 15%.

Slaměný balík se vyznačuje velkou citlivostí na vlhkost. Snese opakované vlhnutí a vysychání, ale pokud je balík vystaven dlouhodobě relativní vlhkosti > 70% nebo přesáhne hmotnostní vlhkost 30%, zplsnívá. [6]

○ **Hořlavost:**

Obavy z hořlavosti obvodového pláště slaměných domů jsou zbytečné, v balíku není dostatek vzduchu pro okysličení ohně, je to jako zapalovat tlustou knihu. Naměřené hodnoty požární odolnosti (PO) u nás i v zahraničí to dokazují:

- USA – 120 minut
- Rakousko (ÖNORM B 3800), Německo – 90 minut

(Pozn.: Měřeno pro nosnou slámu)

V ČR byl také proveden test PO - V požární zkušebně PAVUS ve Veselí nad Lužnicí testovali specialisté konstrukční stěnu z nosné slámy bez podpůrné konstrukce [7]:

Test byl proveden v souladu s následující normou:

ČSN EN 1363-1: 2000 Zkoušení požární odolnosti; Část 1: Základní požadavky a podle ČSN EN 1363-1:2000: Zkoušení požární odolnosti prvků; Část 1: Stěny.

- **Konstrukce:** Stěna z balíků slámy 500 x 410 x 500 mm jako nosná a tepelně izolační vrstva; Prahová a věncová fošna z panelu Novatop; Interiér omítnut hliněnou omítkou tl. 60 mm; Exteriér omítnut vápennou omítkou tl. 30 mm.
- **Požadavek PO pro dvoupodlažní rodinný dům:** 45 minut, pro třípodlažní rodinný dům: 60 minut.
- **Výsledek:** Zkouška byla ukončena po 145. minutě z důvodů nadměrné svislé deformace, stěna neprohořela. Skutečná PO („deklarační“ zkouška na normovém vzorku) – REI 120 DP 3
- Zkouška k nahlédnutí na stránkách projektu [7].

○ Škůdci

Stlačená sláma nepředstavuje potravu pro žádné hlodavce, navíc pokud je konstrukce opatřena hliněnou nebo vápennou omítkou, znesnadňuje přístup veškerým možným škůdcům.

○ Akustika

Slaměný balík vykazuje v tomto ohledu skvělé vlastnosti, při měřeních bylo dokázáno, že oboustranně omítnutý balík má lepší tlumicí schopnosti než je tomu u stejně těžkých obvodových konstrukcí [5].

1.2.3. SPECIFICKÉ VLIVY NA TEPELNOU IZOLACI ZE SLAMĚNÝCH BALÍKŮ

U slaměného balíku se objevují jisté nedostatky, které mohou během užívání stavby významně ovlivnit jeho funkčnost. Vše začíná samotnou přípravou balíků, přes jejich skladování až po samotnou aplikaci do konstrukce, při nedostatečných zkušenostech a

chybných postupů se mohou vyskytnout vady jako např. plesnivění, praskání, nedostatečné tepelně izolační funkce.

V souvislosti s fyzikálními vlastnostmi se velmi hovoří o největším nedostatku slaměného balíku v souvislosti s prouděním vzduchu uvnitř konstrukce při velkém teplotním spádu, tedy při nízkých venkovních teplotách. Tento fakt byl popsán v [14]. Například z měření, které provedl Ing. Petr Hamšík v akreditované laboratoři Technického a zkušebního ústavu stavebního v Praze metodou chráněné tepelné skříně je ze závěru patrné, že při teplotním spádu 41,22 °C se proudění podílí významnou měrou na přenosu tepla uvnitř balíku. Kromě toho také dochází k přenosu tepla zářeními mezi stébly. Tyto fakta se zohledňuje ekvivalentní tepelná vodivost λ_{ekv} . Při tomto měření byla λ_{ekv} vyčíslena na hodnotu 0,078 W/m·K. Měření ekvivalentní lambdy provedl také A. Beck a kol. v Německu a dospěl při jiné metodice zkoušení k hodnotě $\lambda_{ekv} = 0,044$ W/m·K.

Je jasné, že laboratorní hodnoty se budou od těch reálných více či méně lišit. Při uvažovaném extrémním teplotním spádu 41,22 °C a použitím $\lambda_{ekv} = 0,078$ W/m·K v mé skladbě obvodového pláště (viz. níže) by potom byl součinitel tepelné propustnosti $U = 0,15$ W/m²K. I tohle je hodnota velmi příznivá pro nízkoenergetický dům.

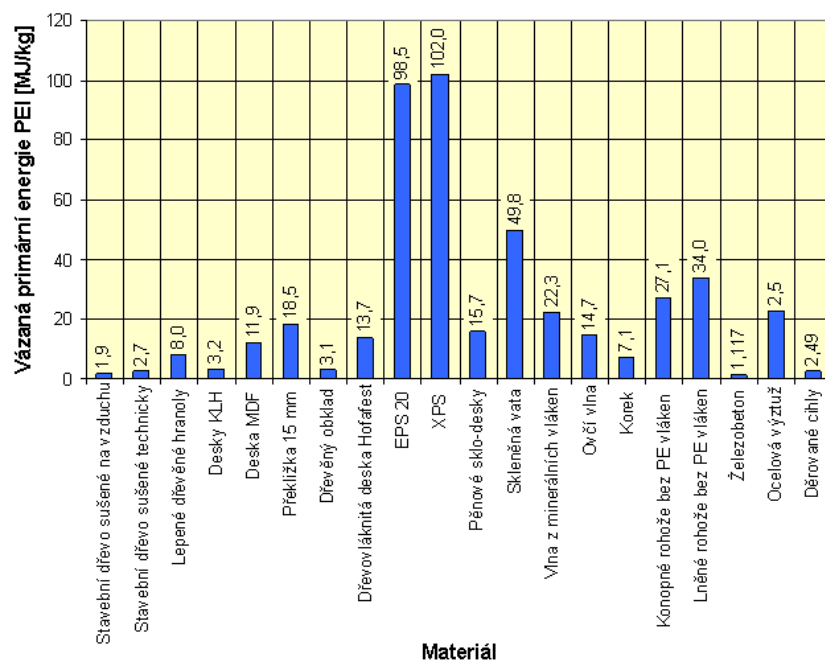
Pro mé výpočty byly hodnoty vlivu proudění zanedbány a bylo uvažováno s hodnotami laboratorními, tedy bez vlivu konvekce. To z důvodu rozdílných parametrů měření a prozatím nejasného modelu posuzování. Zřejmé je, že reálná tepelná vodivost konstrukce by byla v praxi odlišná. Proto je nutné do budoucna stanovit jasnou metodiku tepelně technického posuzování slaměných balíků se zohledněním všech vstupních parametrů ovlivňující celkovou tepelnou vodivost jako např. míra slisování (objemová hmotnost), vlhkost, tloušťka konstrukce a související povrchové úpravy apod.

1.2.4. TRVALE UDRŽITELNÝ ROZVOJ

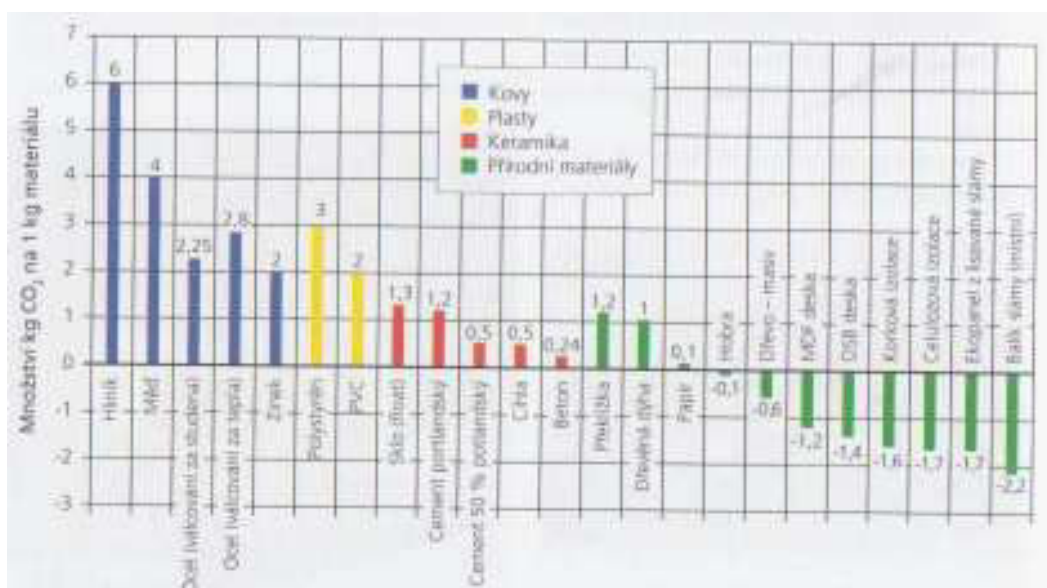
Dům ve spojení se slámou a dřevem dokonale naplňuje představu trvale udržitelného rozvoje, ten se posuzuje z těchto hlavních hledisek:

- Environmetnální
- Sociální
- Ekonomické

Jednou z výhod slaměných domů při jejich nízké pořizovací ceně jsou také zmíněné nízké hodnoty ve výše uvedených bodech. Neustále se dočítám, že ty či ony průmyslově vyráběné materiály neškodí ŽP, například pěnové sklo nebo dřevovláknité izolace, řeklo by se přírodní materiál, ale není to tak docela pravda, jak dokazují následující grafy.



Obr. č. 4: Vázaná primární energie v jednotlivých izolačních materiálech [8]



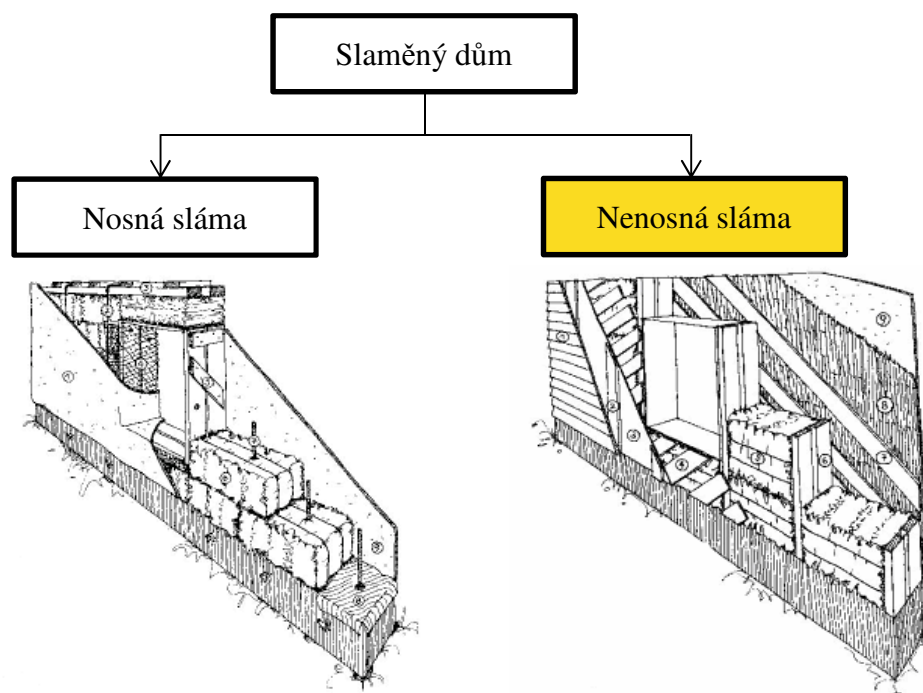
Obr. č. 5: Emise CO₂ uvolněné při výrobě [5]

Slaměný balík lze považovat jako čistě přírodní materiál, množství PEI je velmi malé, navíc obilí během svého života spotřebovává CO_2 a sláma je jen druhotný produkt – odpad, tak proč ho nevyužít.

Souhrn hlavních předností:

- minimální vázané množství primární energie,
- pozitivní bilance CO_2 ,
- ekologicky zlikvidovatelná bez vedlejších dopadů (CO_2 , SO_2),
- užití místních zdrojů – podpora zemědělství,
- zdravé mikroklima – vytváří vhodné elektroiontové mikroklima, pohlcují vzdušné plyny a regulují vzdušnou vlhkost,
- cena – pohybuje se od 5 – 35 Kč dle velikosti a možnosti uskladnění, pokud nastane „boom“ ve slaměné výstavbě, mohla by cena vystoupat.

1.2.5. STĚNOVÉ KONSTRUKCE



V další fázi práce bude řešena problematika pouze konstrukcí týkající se slámy jako výplňové izolace.

1.3. KONSTRUKCE SLAMĚNÉHO DOMU

Nosnou konstrukci domu přebírá dřevěná skeletová konstrukce.

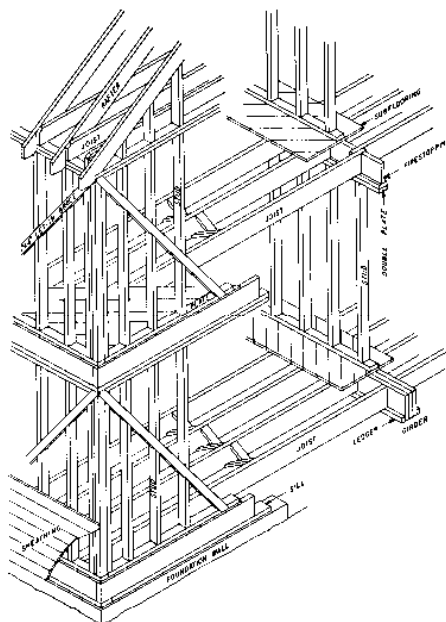
1.3.1. PROČ DŘEVO? PROČ NE!

Slaměný balík je možno užít i jako „obkladovou“ izolaci zděného domu, tato varianta je ale méně častá. Dřevo je ideální materiál pro nosnou konstrukci domu. Zde jsou hlavní argumenty:

- Minimální dopad na životní prostředí
- Obnovitelný zdroj energie
⇒ možnost snížení nadprodukce emisí až o 30 000 t/rok
- V ČR bytové domy dřevěné konstrukce jen ojediněle.
- 2-3 % celkové výstavby je realizováno ze dřeva, 10% výstavby rodinných domů. To nasvědčuje velké konzervativnosti českých stavebníků a jistě také nepopíratelné lobby výrobců zdících materiálů.
- Máme dostatečné zalesnění 34% (12. místo v Evropě).
- **Příklad:** Skotsko 2008 - až 70 %, podíl 3 až 8 podlažních dřevěných bytových domů přes 41 %. Zalesnění pouze 10 %, velká část dřeva z dovozu.

1.3.2. SKELETOVÁ KONSTRUKCE

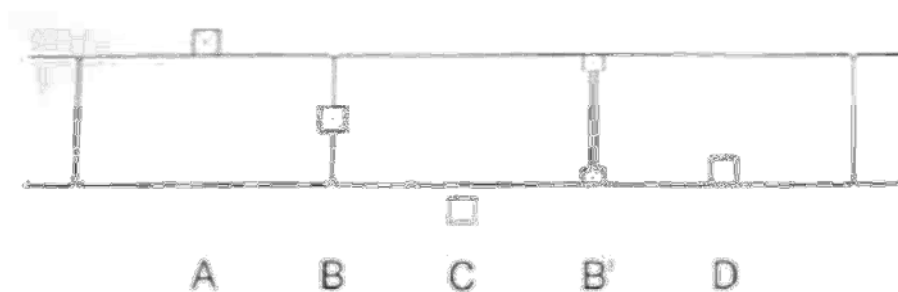
- Těžké dřevěné skelety – vícepodlažní dřevostavby.
- **Lehké dřevěné skelety** – jednou možností (z mnoha) při volbě systému pasivního slaměného domu, je rámová konstrukce „platform frame system“ s principem “two – by – four“, někdy označovaná jako fošinková konstrukce.



Obr. č. 5: Platform frame system

Hlavní zásady:

- Sloupky na výšku jednoho podlaží.
- Konstrukční výška podlaží do 3 m.
- Osová vzdálenost 600 mm, 625 mm.
- Délka stěny max. 7,2 m.
- Opláštění stěn a stropních prvků
- Rozpon stropu do 6 m.
- Varianty umístění nosných prvků:



1.4. NÁVRH VLASTNÍ KONSTRUKCE

Pro návrh vlastního nízkoenergetického domu jsem vycházel ze zkušeností domácích i zahraničních stavitelů, jejich literatury a za přispění vlastního náhledu vznikly následující detaily, které jsou součástí řešení mé diplomové práce. Hlavní pozornost byla věnována obvodovým plášťům (OP), spodní stavbě a specifickým konstrukčním požadavkům, které jsou kladeny na výstavbu ze slámy. Důraz byl kladen na přírodní materiály, moderní nízkoenergetická a pasivní výstavba se však bez některých chemických prvků neobejde.

Skladby v tomto textu jsou pouze orientační. Slouží pouze jako ukázka vývoje skladeb v mé diplomové práci a zároveň různé alternativy materiálů, se kterými bylo pracováno. Přesná skladba s podrobným popisem je uvedena ve výkrese č. ST9.

Při výpočtu je uvažována $\lambda=0,055 \text{ W/(m.K)}$ – tepelný tok kolmo na stěbla a $\lambda=0,065 \text{ W/(m.K)}$ rovnoběžně se stébly.

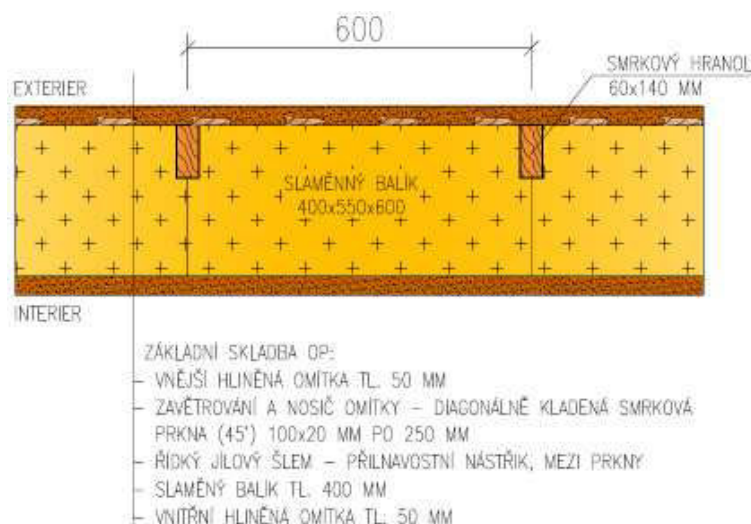
1.4.1. PODMÍNKY UŽITÍ SLAMĚNÉHO BALÍKU V PASIVNÍ VÝSTAVBĚ

- Vlhkost balíků $< 15\%$, ovlivněné vlhkostí při lisování, dobrým skladováním. Balík nesmí zmoknout, v případě deště při výstavbě se musí konstrukce zakrýt.
- Včasné zajištění slaměných balíků, nejlépe sezónu předem. V případě deštivého léta nemusí být potřebné množství k dispozici.
- Difuzně otevřená skladba konstrukcí.
- Eliminace tepelných mostů.
- Zajištění neprůvzdušnosti konstrukcí.
- Rozměrová nestálost balíků – užití dotěšňovacích prvků – užití ovčí vlny, konopné izolace, pásek, tmelů apod.
- Užití hliněných omítek – přístup ke kvalitní zemině, vysoký podíl jílu.

1.4.2. OBVODOVÝ PLÁŠŤ

Skladba 1.:

Základní skladba obvodového pláště: Výhodná pro malý nízkoenergetický dům.



Hodnocení:

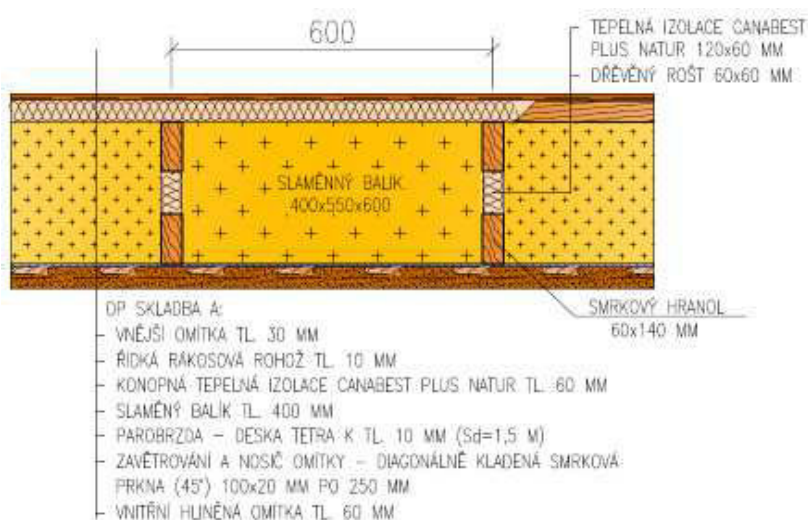
- + Jednoduchá přírodní skladba
- + Bez průmyslových materiálů
- + Malá spotřeba dřeva
- + Nízká cena materiálů

- Nedostatečné ztužení pro vícepodlažní domy
- Nízká vzduchotěsnost
- Vliv tepelného mostu

$$U = 0,15 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Skladba 2.:

Balík tl. 400 mm + 60 mm izolace, s využitím parotěsné roviny Tetra K.



Hodnocení:

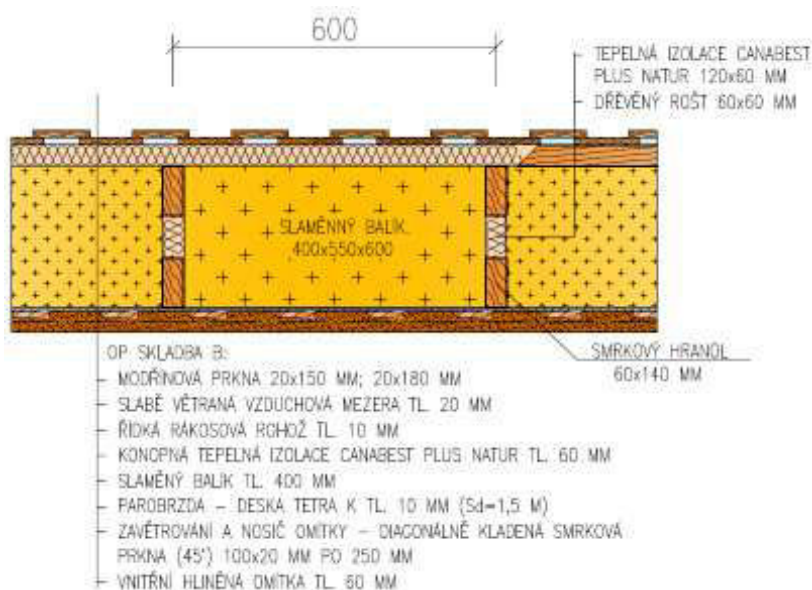
- + Osové zatížení stěn
- + Užití ekologického materiálu (místo OSB)

- Nedostatečné ztužení pro vícepodlažní domy
- Snížení difúzní propustnosti hydrofobizačním nátěrem vnější vrstvy (kasein)
- Vliv tepelného mostu

$$U = 0,13 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Skladba 2.:

Balíky tl. 400 mm + 60 mm izolace, slabě provětrávaný fasádní obklad.



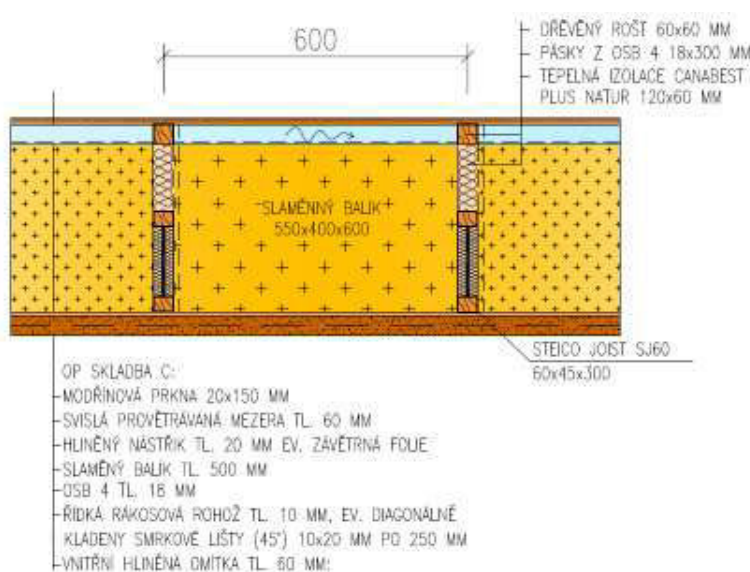
Hodnocení:

- + Osové zatížení stěn
- + Užití ekologického materiálu (místo OSB)
- + Dobrá difuzní propustnost
- Nedostatečné ztužení pro vícepodlažní domy
- Vliv tepelného mostu
- Vyšší cena obkladu

$$U = 0,13 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Skladba 3.:

Balíky tl. 500 mm (tepelný tok rovnoběžně s vlákny), provětrávaná vzduchová dutina, nosný systém Steico.



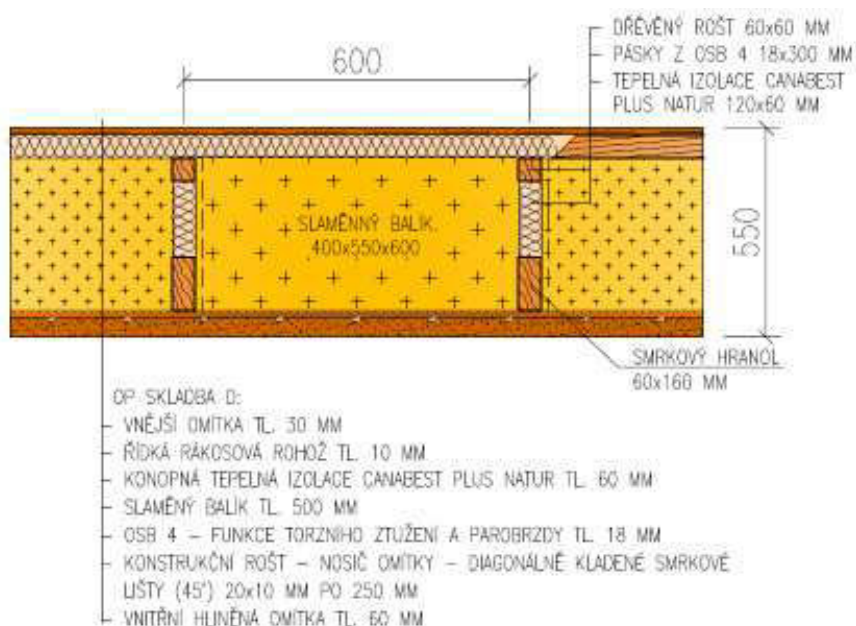
Hodnocení:

- + Dobrá difuzní propustnost
- + Eliminace tepelných mostů
- + Rychlá montáž systému STEICO
- Vyšší cena nosného systému

$$U = 0,13 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Skladba 4.:

Balíky tl. 400 mm + 60 mm izolace.



Hodnocení:

- + Eliminace tepelných mostů
- + Cenově nejnižší varianta
- Pracnost

$$U = 0,12 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Závěr: Skladba D byla vyhodnocena svými tepelně technickými, cenovým i konstrukčními parametry jako nejvhodnější z uvažovaných variant pro můj dům.

1.4.3. SPODNÍ STAVBA

V případě užití slaměných balíků i jako izolaci podlahy je vhodné, aby konstrukce byla difuzně otevřená, předejde se tak problémům s možnou vlhkostí uvnitř konstrukce. Oblast soklu musí být chráněna proti odstříkující vodě, klasicky min. 300 mm od úrovně terénu.

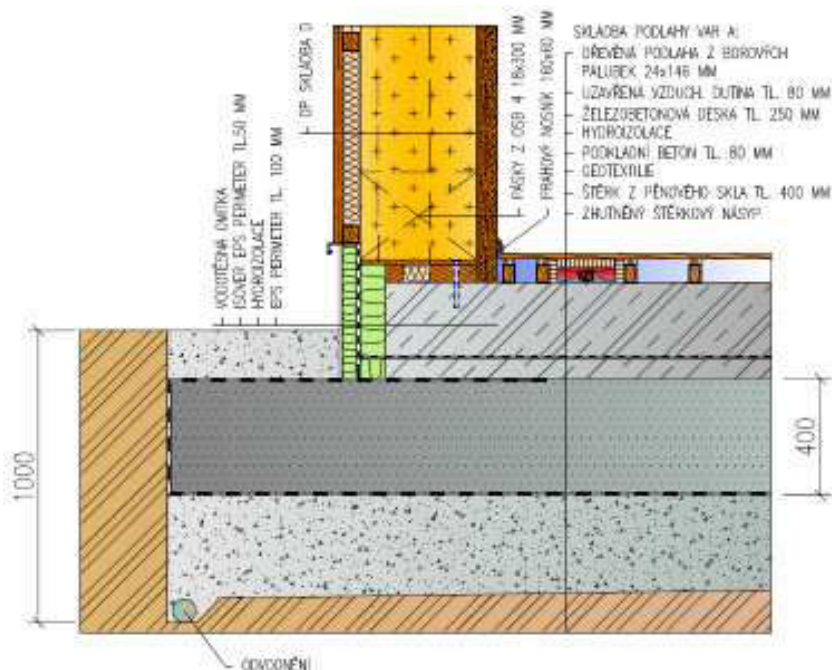
Založení 1.:

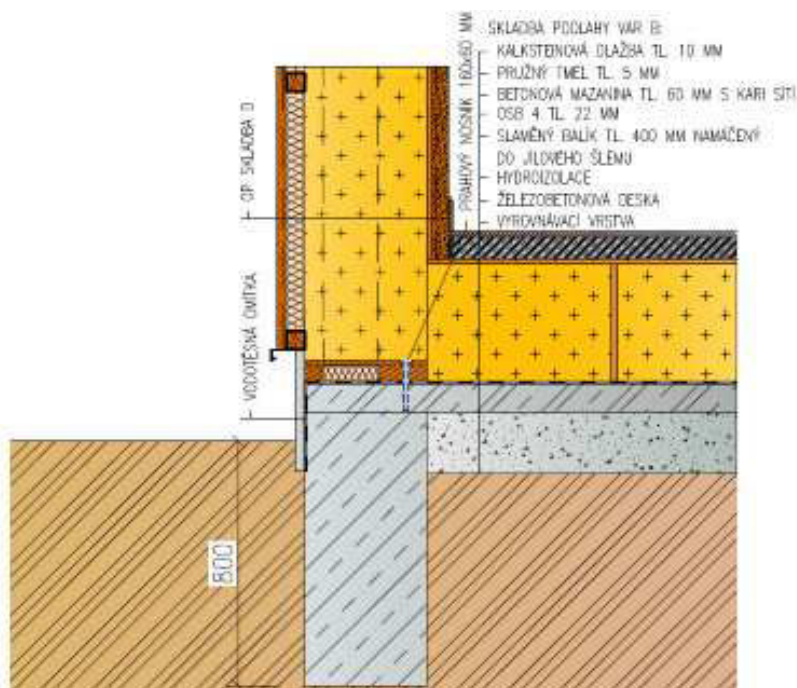
Na ŽB desce s tepelnou izolací z pěnového skla

Hodnocení:

- + Užití ekologického materiálu na místo EPS
- Cena
- Riziko zavodnění a následné zvedání ŽB desky

$$U = 0,17 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$





Založení 2.:

Klasické založení na betonových pasech s izolací slaměným balíkem vkládaných do „OSB krabic“

Hodnocení:

- + Stabilní spodní stavba
- + Dokonalá eliminace tepelného mostu
- Velká spotřeba OSB desek, pracnost

$$U = 0,13 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Založení 3.:

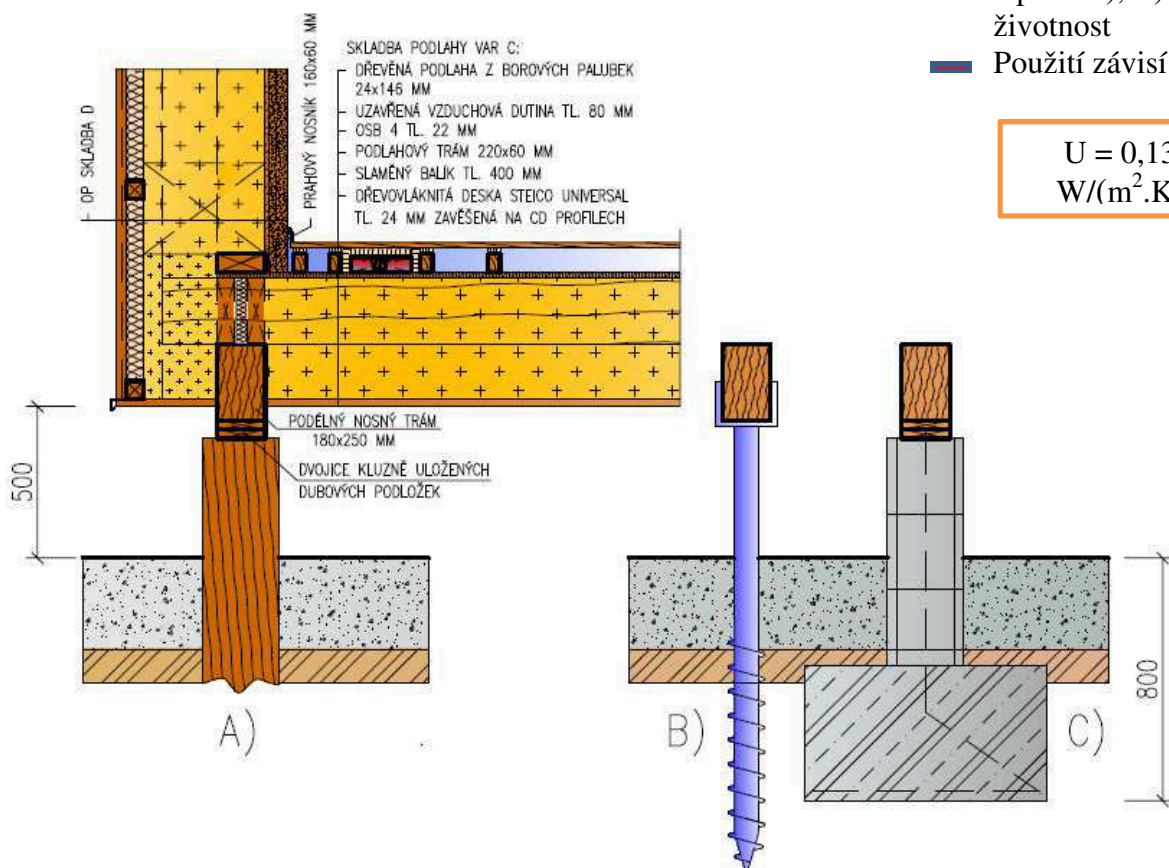
Na patkách trojího typu, s provětrávanou vzduchovou mezerou:

- A) Dubové piloty
- B) Zemních nerezové vruty – tzv. zemní šrouby
- C) Betonová patky s vyzděnými pilíři z bednicích dílců






Hodnocení A) :

- + Minimální velikost PEI
- Nutnost hloubkové impregnace
- Oproti B), C) nižší životnost
- Použití závisí na






$$U = 0,13 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$








Hodnocení B) :

-  Rychlá montáž, okamžitá zatížitelnost
-  Vysoká životnost
-  Žádné zemní práce
-  Použití závisí na vlastnostech podloží
-  S vyšším zatížením se výrazně navyšuje cena

Hodnocení C) :

-  Lze provést svépomocí
-  Vysoká životnost
-  Vhodné pro jakékoliv podloží
-  Snížení rizika otlačení trámu
-  Pracné a časově náročné

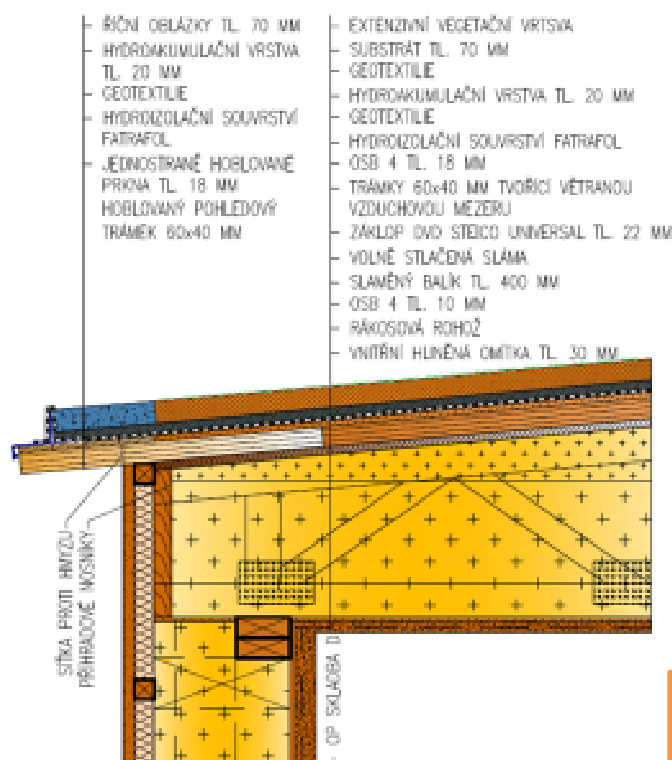
Společné hodnocení:

-  Bez nutnosti hydroizolace a ochrany proti radonu
 -  Vhodné pro malé nenáročné objekty
 -  Difuzně otevřená konstrukce
-  Riziko spojené s otlačením dřevěných prvků
 -  Vyšší pracnost

Závěr: Nejvýhodnějším způsobem založení slaměných domů je s provětrávanou mezerou, záleží však na konkrétních geologických podmínkách a zatížení stavby, aby nedocházelo k nadměrnému otlačení prahových a roznášecích prvků, tuto skutečnost lze eliminovat volbou tvrdšího dřeva, tím ale také narůstá cena. Pro větší objekty je tento systém založení nedostačující.

1.4.4. STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

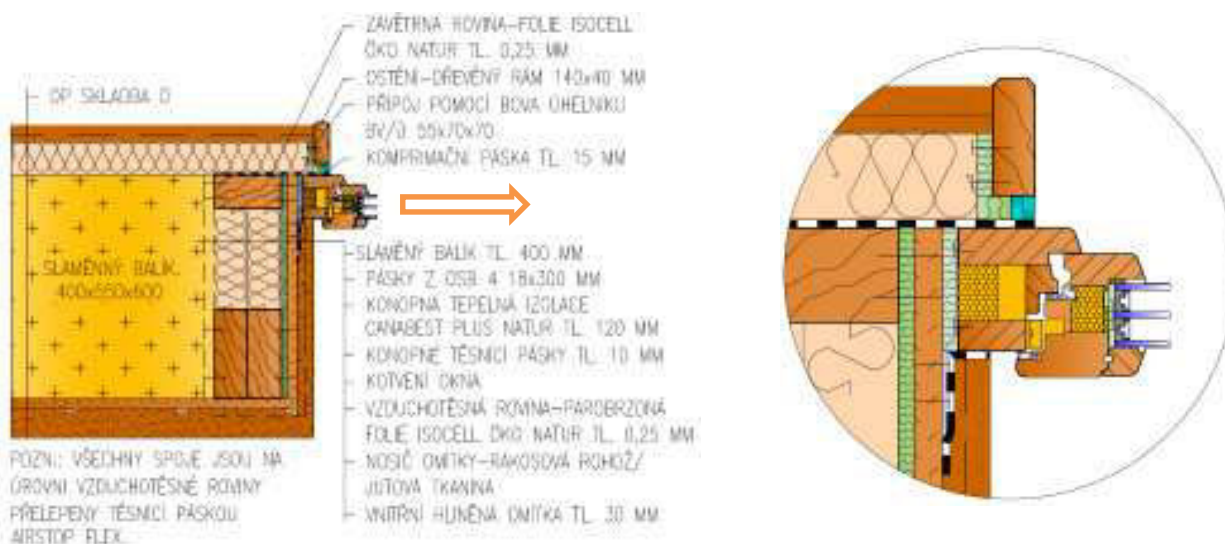
Jako jedna z možností užití slaměného balíku v konstrukci střechy byl zpracován tento detail. Nosnou konstrukci pultové střechy tvoří příhradový vazník, mezi který je vkládaný slaměný balík. Šikmina pultové střechy je vyplněna volně stlačenou slámou. Vkládá se ručené poté, co je provazec balíku přestřihnout, tak lze odebrat libovolné množství. Tato vrstva je zaklopena DVD deskou, nad kterou je odvětrávaná vzduchová mezera, vymezena smrkovými trámkami. Opět se tedy jedná o difuzně otevřenou skladbu.



$$U = 0,13 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

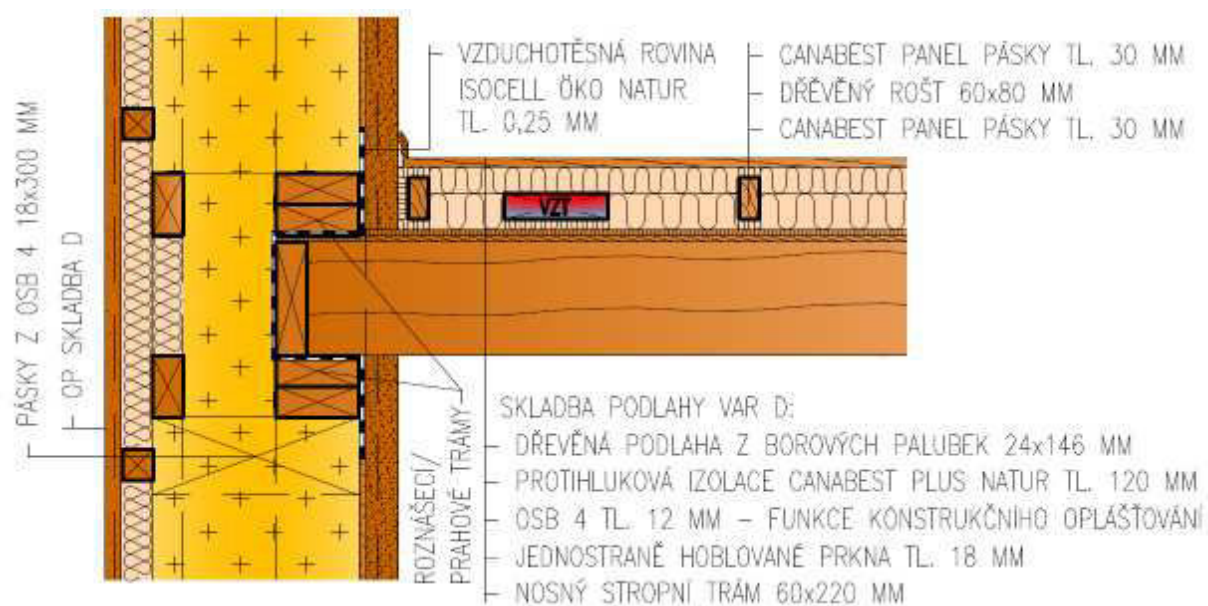
1.4.5. OSAZENÍ OKENNÍCH OTVORŮ

Velká pozornost je u nízkoenergetických a pasivních domů věnována osazení výplně otvorů. Zde hraje velkou roli kromě dobrého technického řešení také kvalita provedené práce. Velkou pozornost je nutné věnovat lineárním tepelným mostům a těsnosti spojů, to zajišťují prvky jako např. parobrzdná folie, airstop pásy, komprimační pásy, lze také použít na tyto detaily přírodního latexového lepidla (Eco Coll). U samotného okna jsou pro nás velmi důležité pasivní solární zisky, kromě samotného parametru „U“ sledujeme celkovou propustnost solárního záření (g) a světelnou propustnost zasklení (τ_s).



1.4.6. STROPNÍ KONSTRUKCE

Ukázka uložení příznaného stropního trámu na obvodový plášť za dodržení vzduchotěsné roviny pomocí parobrzdné folie Isocell ÖKO Natur. Skladbu podlahy tvoří vrstva konopné izolace plnící protihlukovou funkci, konopí má srovnatelné parametry jako současné akustické izolace. Jako kročejovou izolaci je nutné použít pod roznášecí trámky 30 mm konopných pásků nebo 10 mm korkové izolace.



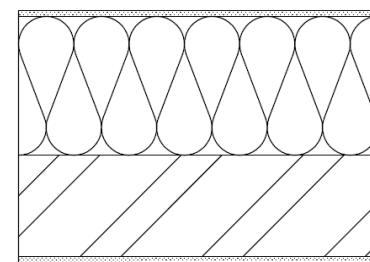
1.5. ZHODNOCENÍ KONSTRUKCE OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ Z HLEDISKA TRVALE UDRŽITELNÉ VÝSTAVBY

Zde uvádím do kontrastu celkem pět variant obvodových plášťů užívaných v pasivním domě, z nichž jeden je mnou navržený s užitím slámy (OP5 / Skladba C). Hodnoceno bylo celkem ze dvou hlavních hledisek: 1. Ekonomické, 2. Environmentální: množství vázané primární energie (PEI), emise CO₂ (GWP).

1.5.1. Ekonomické hodnocení

Tab. č. 3: Obvodový plášť 1 (OP1): Sendvičový systém - Vápenopískové cihly s grafitový pěnový polystyren

U [W/m ² K]	Vnitřní omítka	Nosná konstrukce	Tepelná izolace	Vnější omítka	Σ
0,12	MVC	VP cihla KM Beta Sendwix 12 dF-Ld	EPS GreyWall	Silikon/silikát + lepidlo + perlínka	-
Tloušťka [m]	0,01	0,175	0,24	0,008	0,433
λ [W/mK]	0,99	0,37	0,032	0,86	-
Cena [Kč/m ²]	58,5	735,2	568,34	179	1541



Vnější omítkový systém

Tepelná izolace EPS

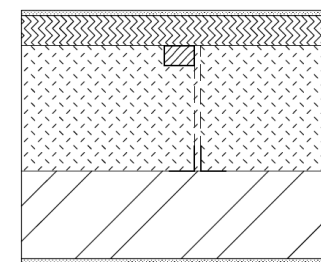
VPC

Vnitřní VC omítka

Poznámka: Kalkulace nezahrnuje práci, dopravu, spojovací prostředky

Tab. č. 4: Obvodový plášť 2 (OP2): Sendvičový systém - Vápenopískové cihly s foukanou celulózovou izolací, fasádní DVD desky

U [W/m²K]	Vnitřní omítka	Nosná konstrukce	Tepelná izolace	Vnější plášť	Rošt	Vnější omítka	Σ
0,12	MVC	VP cihla KM Beta Sendwix 12 dF-Ld	Climatizer Ciur	DVD Steico Special	2xFošny 0,04x0,06+ 4xOSB pásky 0,24x0,2	Difuzně otevřená omítka STO	-
Tloušťka [m]	0,01	0,175	0,25	0,06	0,06	0,01	0,565
λ [W/mK]	0,99	0,37	0,04*	0,047	0,18	0,86	-
Cena [Kč/m²]	58,5	735,2	250	516	58	179	1797



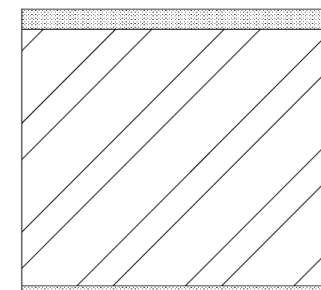
Vnější omítkový systém
DVD Steico Special
Foukaná celulózová izolace

VPC

Vnitřní VC omítka

Tab. č. 5: Obvodový plášť 3 (OP3): Zděný systém Heluz Family 2in1

U [W/m²K]	Vnitřní omítka	Nosná konstrukce	Vnější omítka	Σ
0,11	MVC	Heluz Family 2in1	Heluz Extra TO	-
Tloušťka [m]	0,01	0,5	0,04	0,55
λ [W/mK]	0,99	0,058	0,15	-
Cena [Kč/m²]	58,5	2240	322	2621



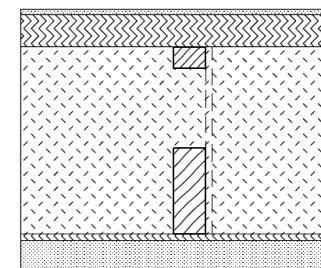
Vnější tepelněizolační omítka

Cihly Heluz Family 2in1

Vnitřní VC omítka

Tab. č. 6: Obvodový plášť 4 (OP4): Lehký dřevěný skeletový systém s foukanou celulózovou izolací

U [W/m²K]	Vnitřní omítka	Nosná konstrukce	Tepelná izolace	Vnější plášť	Rošt	Torzní ztužení - parobrzda	Vnější omítka	Σ
0,11	Hliněná omítka*	Fošinková konstrukce (Platform Frame) 0,06x0,160 á 0,6 m	Foukaná celulóza Ciur	DVD Steico Protect	2xFošny 0,04x0,06+ 4xOSB pásky 0,240x0,200	OSB Eco	Difuzně otevřený omítka STO	-
Tloušťka [m]	0,06	0,16	0,35	0,04	0,06	0,012	0,01	0,692
λ [W/mK]	0,75	0,18	0,04**	0,047	0,18	0,13	0,86	-
Cena [Kč/m²]	114,8	96	250	380,4	58	177	179	1255



Difuzní omítkový systém STO

DVD Steico protect

Foukaná celulózová izolace

OSB Eco
Vnitřní hliněná omítka

Tab. č. 7: Obvodový plášť 5 (OP5): Lehký dřevěný skeletový systém s izolací ze slámy a technického konopí

U [W/m ² K]	Vnitřní omítka	Nosná konstrukce	Tepelná izolace	Vnější plášť	Rošt	Torzní ztužení - parobrzda	Vnější omítka	Σ
0,12	Hliněná omítka*	Fošinková konstrukce (Platform Frame) 0,06x0,160 á 0,6 m	Slaměné balíky	Canabest Plus Natur do roštu + mezi fošinky	4xhranoly 0,04x0,06+ 4xOSB pásy 0,240x0,200	OSB Eco	Hliněná omítková směs Claytech HHV 04	-
Tloušťka [m]	0,06	0,16	0,4	0,06	0,06	0,012	0,03	0,782
λ [W/mK]	0,75	0,18	0,055**	0,04	0,18	0,13	0,75	-
Cena [Kč/m ²]	114,8	96 Kč	40***	216,38	82	177	234****	960,18

*Skladba:

-Hliněná omítka z místních zdrojů - 20 Kč/m², (284 Kč/m² při tl. 60 mm průmyslově vyráběná Claygar Claytech HH 04)

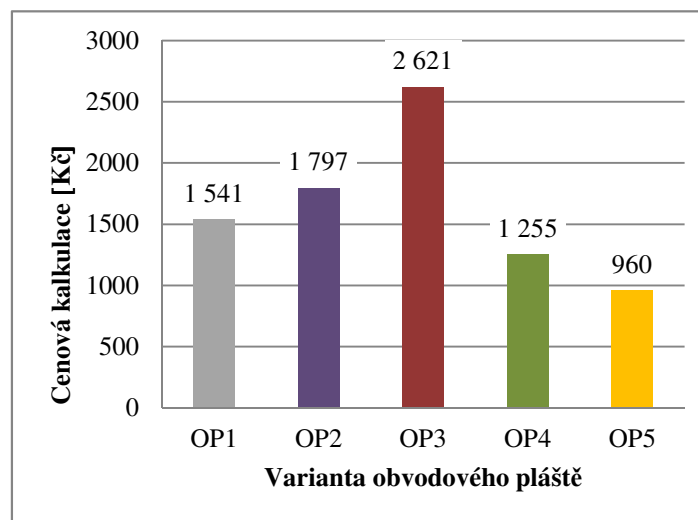
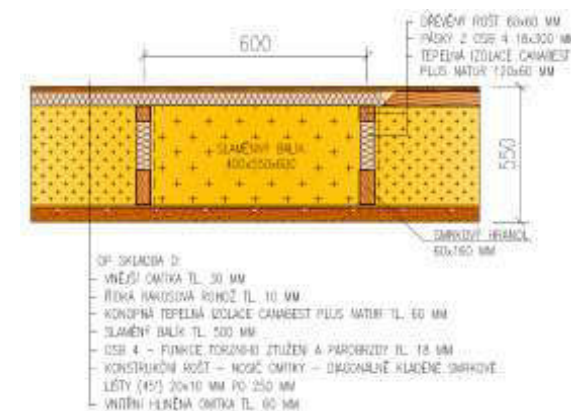
-Laťování 0,025*0,020*25=0,0125 m³ = 62 Kč

-Jutová vyztužovací tkanina: 46 Kč/ m²

- Jemná omítka průmyslová tl. 5 mm: CLAYGAR HJ 02: 8 kg/m² = 32,8 Kč

** Započítán vliv zvýšení tepelného toku, ***Brána průměrná cena balíků tj. 20 Kč,****Při užití místních zdrojů: odhad

50 Kč/m² (písek + stabilizátor) tl. 40 mm



Graf č. 1.: Orientační kalkulace obvodové pláště pasivních domů

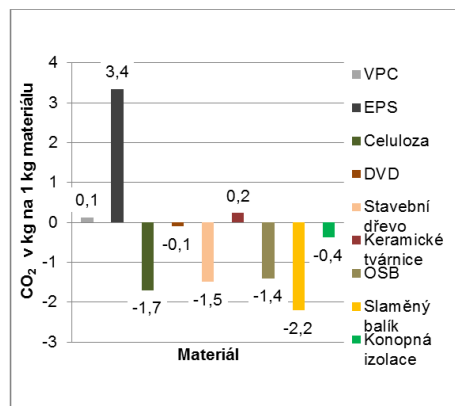
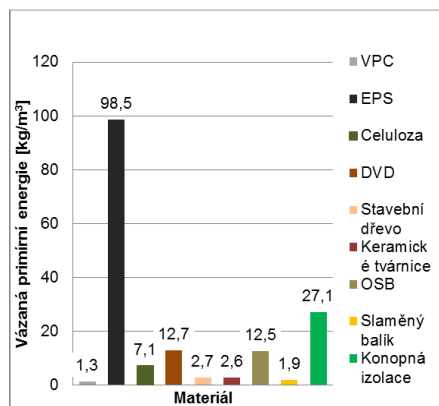
1.5.2. ENVIRONMENTÁLNÍ HODNOCENÍ

Je nezbytné, aby se již v zárodku projektu pamatovalo na životní prostředí (ŽP), konkrétně na tyto tři kritéria:

- **množství vázané primární energie** (PEI - primary energy input), tzv. šedá energie - Jde o energii vynaloženou na těžbu surovin, výrobu a dopravu materiálu
- **emise CO₂ ekv.** (GWP - Global Warming Potential - potenciál globálního oteplování),
- **emise SO₂ ekv.** (AP - Acidification potential - potenciál zakyselení životního prostředí).

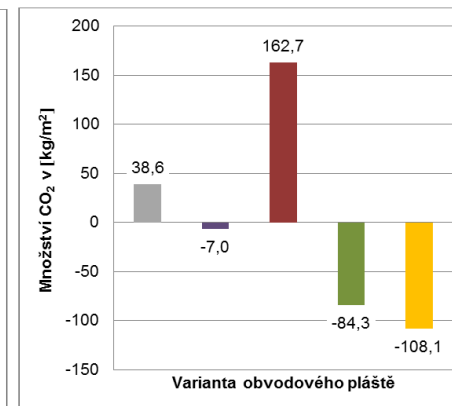
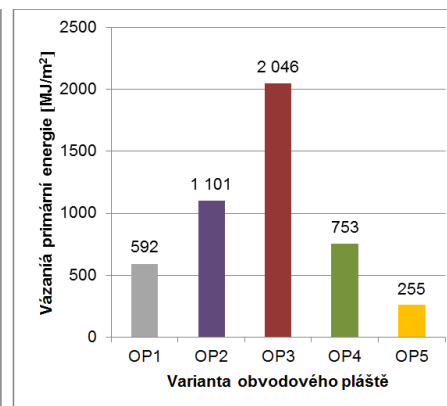
První dva body jsem přenesl do hodnocení výše posuzovaných obvodových pláštů:

Graf č.2.: Vázaná primární energie v materiálu



Graf č.3.: Vázané množství emisí v materiálech

Graf č.4.: Vázaná primární energie v obvodovém plášti



Graf č.5.: Vázané množství emisí v obvodovém plášti

1.6. ZÁVĚR

Dům ve spojení se slámou a dřevem dokonale naplňuje představu trvale udržitelného rozvoje. Při správném návrhu mohou být i cenově velmi zajímavé.

Obecně u pasivních domů je důležitou podmínkou zaručení kvality aktivní spolupráce všech zúčastněných stran – projektanta, investora, stavebního dozoru, prováděcí firmy. Pasivní dům je nutno brát jako komplexní stavbu a kvalitní, vyvážený projekt musí sjednotit požadavky statika a tepelného technika. U „slamáků“ je k tomu velmi důležité časové plánování výstavby, zajištění balíků, skladování, apod. Dále je třeba určit jasnou metodiku v posuzování tepelně technických vlastností balíků s ohledem na vliv proudění.

Za dodržení všech uvedených rizik, které nastiňuji v této části, se může jednat o cenově zajímavou variantu bydlení v nízkoenergetickém domě nabízející přírodní materiály se zdravým vnitřním mikroklimatem, dobrým rodinným zázemím v přírodním stylu života.

Sláma jako stavební prvek si rozhodně zaslouží osvětu a podporu odborné veřejnosti.

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB



STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

2. Průvodní zpráva

Student:

Bc. Ondřej Bija

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petra Tymová, Ph.D

2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

2.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název:	Slaměný dům: Výukové a informační centrum
Místo stavby:	Háj ve Slezsku, Chabičov, ul. Hrabyňská
Katastrální území:	Chabičov ve Slezsku, 506753
Parcelní číslo:	1311/1
Kraj:	Moravskoslezský
Stavební úřad:	Opava
Stupeň projektové dokumentace:	Projektová dokumentace pro provádění stavby
Druh stavby:	Novostavba
Investor:	Infotel o.p.s Marie Majerové 1772, Ostrava - Poruba, 708 00
Dodavatel stavby:	Bude vybrán soutěží
Projektant:	Bc. Ondřej Bija, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Konzultant:	Ing. Petra Tymová, Ph.D Ing. Jiří Teslík

2.2. ÚDAJE O DOSAVADNÍM VYUŽITÍ A ZASTAVĚNOSTI ÚZEMÍ, O STAVEBNÍM POZEMKU A O MAJETKOPRÁVNÍCH VZTAZÍCH

- Plocha pozemku – 4662 m²
- Zastavěná plocha domem – 286,33 m²
- Zpevněné plochy – 369,52 m²
- Zastavěná plocha včetně zpevněných ploch – 655,85 m²
- Podlahová plocha celkem – 448,2 m²
- Obestavěný prostor – 1850 m³

Pozemek p.č.1311/1, k.ú. Chabíčov ve Slezsku se nachází v klidné oblasti na okraji obce, v mírně svažitém území, které bylo doposud využíváno jako louka. Objekt bude realizován za veřejně prospěšným účelem v konceptu nízkoenergetické stavby využívající přírodních zdrojů, šetrným k přírodním zdrojům a životnímu prostředí.

2.3. ÚDAJE O PROVEDENÝCH PRŮZKUMECH A O NAPOJENÍ NA DOPRAVNÍ A TECHNICKOU INFRASTRUKTURU

Na pozemku byl proveden geologický průzkum firmou Geostar, s.r.o. se sídlem 17. listopadu 345, Ostrava – Poruba 708 00. Výsledky prokázaly složení základové půdy především z jílovité hlíny s hladinou podzemní vody 2,5 m pod povrchem. Následně byl proveden i radonový průzkum a nebyl zde zjištěn jeho výskyt.

Stavba je situována v blízkém okolí měst Opava, Ostrava a je dobře dostupná. Příjezdová komunikace na ul. Hrabyňská je přilehlá k řešené parcele. Příjezd je možný ze dvou směrů, od obce Hrabyň a Háj ve Slezsku – Chabíčov, odkud je možné napojení na hlavní dopravní komunikaci Ostrava – Opava.

Objekt bude připojen na inženýrské sítě elektrického vedení, splaškové kanalizace a vodovodu procházející parcelou č. 1502, částečně umístěné pod cestou. Dešťové vody budou likvidovány na pozemku zásakem, bude tak provedeno systémem od firmy Asio AS-

NIDAPLAST. Dešťová voda je odváděná i ze zpevněných ploch, u těchto provozů je předpokládán provoz obsahující nežádoucí ropné látky, bude tedy před samotným zasakovacím systémem umístěn odlučovač ropných látek takéž od firmy Asio AS-TOP. Vodovodní přípojka prochází západní stranou pozemku a do objektu je napojena ze severní strany. Vodoměrná šachta je umístěna za hranicí pozemku ve vodoměrné šachtě Asio AS-VODO. Přípojka elektřiny je vedena souběžně s vodovodní a prochází přes elektroměrnou skříň, umístěnou na hranici pozemku.

2.4. INFORMACE O SPLNĚNÍ POŽADAVKŮ DOTČENÝCH ORGÁNŮ

Projektová dokumentace respektuje platné normy a vyhlášky. Ze strany dotčených orgánů nebyly vzneseny žádné připomínky.

2.5. INFORMACE O DODRŽENÍ OBECNÝCH POŽADAVKŮ NA VÝSTAVBU

Projektová dokumentace byla zpracována dle [16] a dle platných norem.

2.6. ÚDAJE O SPLNĚNÍ PODMÍNEK REGULAČNÍHO PLÁNU, ÚZEMNÍHO ROZHODNUTÍ, POPŘÍPADĚ ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ INFORMACE U STAVEB PODLE §104 Odst. 1 STAVEBNÍHO ZÁKONA

Stavba se nachází na okraji zastavěné části obce v souladu s ÚP obce.

2.7. VĚCNÉ A ČASOVÉ VAZBY STAVBY NA SOUVISEJÍCÍ A PODMIŇUJÍCÍ STAVBY A JINÁ OPATŘENÍ V DOTČENÉM ÚZEMÍ

Jedná se o novostavbu samostatně stojícího objektu, který svou funkcí a architektonickou formou vyhovuje investorům. Stavba nemá vliv na sousední stavby, přípojky inženýrských sítí jsou vázány na vybudování hlavních přivaděčů inženýrských sítí v rámci stavebního povolení obce.

2.8. PŘEDPOKLÁDANÁ LHŮTA VÝSTAVBY VČETNĚ POPISU POSTUPU VÝSTAVBY

Předpokládaná lhůta výstavby činí 48 měsíců.

Předpokládané zahájení stavby: 07/2013

Předpokládané ukončení stavby: 08/2015

Postup výstavby:

- Vizuální prohlídka pozemku před zahájením výstavby, průzkumy, vytyčení stavby.
- Realizace stavby
- Zřízení přípojek vody a elektřiny
- Terénní úpravy
- Provádění příjezdové komunikace a zpevněných ploch
- Oplocení

2.9. STATISTICKÉ ÚDAJE O ORIENTAČNÍ HODNOTĚ STAVBY BYTOVÉ, NEBYTOVÉ, NA OCHRANU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ A OSTATNÍ V TIS. KČ, DÁLE ÚDAJE O PODLAHOVÉ PLOŠE BUDOVY BYTOVÉ ČI NEBYTOVÉ V M², A O POČTU BYTŮ V BUDOVÁCH BYTOVÝCH A NEBYTOVÝCH

Objekt slouží k výukovým účelům a k přechodnému bydlení osob.

Zastavěná plocha	286,33 m ²
Podlahová plocha celkem:	448,2 m ²
Maximální výška objektu:	9,46 m

Rozpočet stavby: Jedná se o specifický typ výstavby, který by podléhal konkrétnímu rozpočtování, nelze na něj užít tabulkovou hodnotu pro orientační rozpočet. Celkový rozpočet není předmětem diplomové práce. Ekonomické porovnání obvodového pláště je však patrné z textové části č. 1: Teoretický podklad.

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB



STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

3. Souhrnná technická zpráva

Student:

Bc. Ondřej Bija

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petra Tymová, Ph.D

3. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1. URBANISTICKÉ, ARCHITEKTONICKÉ A STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

3.1.1. ZHODNOCENÍ STAVENIŠTĚ

Pozemek p.č. 1311/1, k.ú. Chabičov ve Slezsku se nachází v klidné oblasti na okraji obce, v mírně svažitém území, které bylo doposud využíváno jako louka. Objekt bude realizován za veřejně prospěšným účelem v konceptu nízkoenergetické stavby využívající přírodních zdrojů, šetrným k přírodním zdrojům a životnímu prostředí.

3.1.2. URBANISTICKÉ A ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ STAVBY, POPŘÍPADĚ POZEMKŮ S NÍ SOUVISEJÍCÍCH

Slaměný dům: Výukové a informační centrum, název, který vystihuje poslání tohoto objektu. Cílem bylo vytvořit příkladný dům s nízkou potřebou energie, se skladbou konstrukcí, které bude možno aplikovat zejména v oblasti rodinných domů. Důležitým požadavkem bylo užití přírodních materiálů v nejvyšší možné míře, dominantu tvoří sláma, dřevo a hlína: materiály, které nezatěžují životní prostředí a mají zápornou bilanci emisí CO₂.

Samotné řešení stavby vyplývá ze systému lehkého dřevěného skeletu tzv. „Platform frame“ s prvky nosného těžkého dřevěného skeletu. Jako tepelné izolace domu slouží slaměné balíky vkládané do nosného systému a konopná izolace.

Objekt je dvoupodlažní, atypického tvaru. V půdorysném tvaru se prolínají prvky dvou obdélníků do písmene „L“ a kruhu. Střecha je plochá s extenzivní zelenou střechou. Fasáda je ve dvou provedeních, a sice kruhová část je provedena v dřevěném modřínovém obkladu a zbývající část pokrývá hliněná omítka. V interiéru je možné shledat různé varianty nosných i nenosných stěn s využitím přírodních materiálů jako například lisované slaměné panely, nepálené cihly.

Budovu je možné členit na dvě zóny. V přízemí, kde se nachází hlavní vchod, je možné projít přes recepci do obytných/výukových prostor. Členění místností je uzpůsobeno tak, že je možné nevyužívat celý objekt, ale pouze jen jeho výukovou část. Tomuto požadavku bylo

přihlíženo i v návrhu systému TZB. Výukovou část představuje výuková místnost, přilehlá jídelna / kuchyňka pro 10 osob, kde je možná příležitostná příprava jídel, kávy apod., dále interaktivní místnost, kde bude možné využít určité názorné pomůcky týkající se přírodního stavitelství a ochrany životního prostředí. V 1.NP se také nachází sociální zázemí, šatna, technická místnost, byt správce a bezbariérový pokoj. V druhém podlaží je pak možné ubytování osob v pokojích o různém stupni vybavenosti s náležitým sociálním zařízením. Celková kapacita objektu je maximálně 20 osob.

Objekt je řešen jako bezbariérový a vyhovuje požadavkům na stavby pro osoby s omezenou schopností pohybu a je k dispozici i jeden bezbariérový pokoj včetně sociálního zařízení. Těmto osobám je přizpůsoben návrh manipulačních ploch veškerých prostor a chodeb. Taktéž vstup do objektu a úprava okolních ploch je tomu to faktu přizpůsoben.

3.1.3. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ S POPISEM POZEMNÍCH STAVEB A INŽENÝRSKÝCH STAVEB A ŘEŠENÍ VNĚJŠÍCH PLOCH

Základové konstrukce jsou zhotoveny jako základové pasy z betonu C16/20. Vnější pas pod obvodovými nosnými stěnami je rozměru 0,4 x 0,6 m v hl. 1,225 m od úrovně upraveného terénu, pod vnitřními nosnými stěnami pak 0,4 x 0,25 m v hl. 1,025 m od úrovně UT. Podkladní betonová vrstva tl. 0,1 m je vyztužena KARI sítí Ø 8 mm s oky 150 x 150 mm spočívající na zhutněném šterkovém násypu tl. 0,2 m. Základové pasy jsou po obvodu odizolovány tepelnou izolací Isover EPS Perimetr tl. 100 a 150 mm. Při realizaci je nutné zřídit prostupy pro zdravotně-technické instalace dle projektové dokumentace.

Návrh základové konstrukce vycházel z inženýrsko-geologického a hydro-geologického průzkumu a základové poměry stavby byly vyhodnoceny jako jednoduché a náročnost staveb jako nenáročná, resp. stavba spadá do I. geotechnické kategorie.

Konstrukční systém rodinného domu je navržen jako lehký dřevěný skelet, montovaný, patrový. Mezi nosný skelet sestávající z hranolů 160 x 60 mm je vkládána tepelná izolace v podobě slaměných balíků. Skladba obvodového pláště je difuzně otevřená. Skelet je ze strany interiéru zavětrován deskami OSB 4 tl. 18 mm zároveň sloužící jako parobrzda, na které je následně aplikován rošt z dřevěných latí, ty slouží jako nosič hlíněné omítky v tl. 60 mm. Na nosný skelet je z vnější strany kotven ještě svislý a vodorovný rošt z hranolů 60 x 60 mm, sloužící jako mez pro slaměný balík a zároveň jako nosič dodatečné tepelné izolace

z technického konopí. Pohledovou vrstvou je pak modřínový obklad nebo hliněná omítka. Části nosného systému jsou tvořeny prvky tzv. těžkého skeletu: sloupy a průvlaky.

Stropní konstrukce nad prvním podlažím sestává z dřevěných pohledových stropnic 280 x 80 mm, které jsou vymežovány hranoly 140 x 80 mm sloužící jako torzní ztužení. Na stropnice jsou kladeny jednostranně hoblovaná prkna tl. 18 mm, které jsou ještě překrývány deskami OSB 4 tl. 12 mm plnící funkci konstrukčního opláštění. Kvůli malé objemové hmotnosti je nutné užít protihlukovou izolaci z technického konopí. Vkládanou mezi podlahový rošt, na ten je umístěna čistá podlaha z borových palubek.

Komunikační prostor v domě je tvořen chodbami a schodištěm, které je navrženo jako dřevěné kruhové schodnicové. V prvním podlaží je možnost krátkého odpočinku a posezení v hale, kde budou umístěny sedací vaky, informační tabule a předměty.

Zastřešení domu je řešeno dvojicí plochých střech, nad kruhovou částí a „L“ částí. Konstrukce střechy sestává z příhradových dřevěných nosníků. Svrchní vrstvu tvoří extenzivní zelená střecha.

Příjezdová komunikace, pojezdové plochy a parkoviště budou zhotoveny ze zatravnovacích kusů do šterkového lože.

Okapové chodníky i pochůzí zpevněné plochy na pozemku budou provedeny z kamenné dlažby do šterkového lože.

3.1.4. NAPOJENÍ STAVBY NA DOPRAVNÍ A TECHNICKOU INFRASTRUKTURU

Objekt je velmi dobře dostupný okolním strategickým městům Ostrava, Opava. Příjezdová komunikace na ul. Hrabyněská je přilehlá k řešené parcele. Příjezd je možný ze dvou směrů, od obce Hrabyně a Háj ve Slezsku – Chabíčov, odkud je možné napojení na hlavní dopravní komunikaci Ostrava – Opava.

Zpevněné plochy jsou navrženy pro stání maximálně deseti automobilů na jihovýchodní straně domu.

Objekt bude připojen na inženýrské sítě elektrického vedení, splaškové kanalizace a vodovodu procházející parcelou č. 1502, částečně umístěné pod cestou. Dešťové vody budou likvidovány na pozemku zásakem, bude tak provedeno systémem od firmy Asio AS-NIDAPLAST. Dešťová voda je odváděná i ze zpevněných ploch, u těchto provozů je předpokládán provoz obsahující nežádoucí ropné látky, bude tedy před samotným

zasakovacím systémem umístěn odlučovač ropných látek taktéž od firmy Asio AS-TOP. Vodovodní přípojka prochází západní stranou pozemku a do objektu je napojena ze severní strany. Vodoměrná šachta je umístěna za hranicí pozemku ve vodoměrné šachtě Asio AS-VODO. Přípojka elektřiny je vedena souběžně s vodovodní a prochází přes elektroměrnou skříň, umístěnou na hranici pozemku.

3.1.5.ŘEŠENÍ TECHNICKÉ A DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY VČETNĚ ŘEŠENÍ DOPRAVY V KLIDU

Na pozemku vznikne plocha pro krátkodobé stání deseti osobních vozidel. Popis komunikace v bodě 3.1.3.

3.1.6.VLIV STAVBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A ŘEŠENÍ JEHO OCHRANY

Stavba objektu a jeho provoz nebude mít negativní vliv na životní prostředí. Klade si za cíl vytvořit stavbu s minimální ekologickou stopou. Důležitá je bilance ve smyslu trvale udržitelného rozvoje. Dům využívá i obnovitelných zdrojů energie v podobě zemních vrtů, nejen jako zdroj tepla, ale i chladu.

Při likvidaci odpadů se bude postupovat dle [17].

3.1.7.ŘEŠENÍ BEZBARIÉROVÉHO UŽÍVÁNÍ NAVAZUJÍCÍCH VEŘEJNĚ PŘÍSTUPNÝCH PLOCH A KOMUNIKACÍ

Viz. 3.1.2, požadavky vyhovují [18].

3.1.8. PRŮZKUMY A MĚŘENÍ, JEJICH VYHODNOCENÍ A ZAČLENĚNÍ JEJICH VÝSLEDKŮ DO PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE

Bylo provedení měření radonu s radonovým indexem nízkým bez opatření.

3.1.9. ÚDAJE O PODKLADECH PRO VYTÝČENÍ STAVBY, GEODETICKÝ REFERENČNÍ POLOHOVÝ A VÝŠKOVÝ SYSTÉM

Jako podklad sloužila katastrální mapa v měřítku 1:2000. Objekt bude polohopisně a výškopisně zaměřen v měřítku 1:500, měření provede specializovaná firma vybraná investorem.

3.1.10. ČLENĚNÍ STAVBY NA JEDNOTLIVÉ STAVEBNÍ A INŽENÝRSKÉ OBJEKTY A TECHNOLOGICKÉ PROVOZNÍ SOUBORY

SO-01 Slaměný dům

SO-02 Přípojka vody

SO-03 Přípojka NN

SO-04 Zasakování dešťových vod

SO-05 Přípojka splaškové kanalizace

SO-06 Parkovací stání a výjezd na veřejnou komunikaci

SO-07 Oplocení

3.1.11. VLIV STAVBY NA OKOLNÍ POZEMKY A STAVBY

Stavba nebude mít žádný vliv na okolní pozemky. Krátkodobě může dojít ke zvýšení hlučnosti a prašnosti během dopravy a provádění stavby. Kola dopravních prostředků je nutné čistit tak, aby nedocházelo k znečištění komunikace

3.1.12. ZPŮSOB ZAJIŠTĚNÍ OCHRANY ZDRAVÍ A BEZPEČNOSTI PRACOVNÍKŮ

Všechny stavební práce budou provedeny ve smyslu [19]. Veškeré technologické práce musí být provedeny oprávněnou firmou a ukončeny revizí a tlakovými zkouškami, dle příslušných norem a předpisů.

3.2. MECHANICKÁ ODOLNOST A STABILITA

Jedná se o dřevěný skelet, jehož návrh vychází z [9]. Prvky skeletu, jeho rozměry a vzdálenosti jsou odvozeny z odvozených pravidel uvedených v dané literatuře. Hlavní nosné stropní prvky byly staticky posouzeny.

3.3. POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Stavba je v souladu s požárně bezpečnostním řešením.

3.4. HYGIENA, OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Stavba při dodržení všech zákonných předpisů a vyhlášek, souvisejících se vznikem, hodnocením a likvidací odpadů nebude mít negativní vliv na životní prostředí.

Posuzování vlivů na životní prostředí podléhají [20] vymezené záměry (stavby, činnosti, technologie a jejich změny), jejichž provedení by mohlo závažně ovlivnit životní prostředí.

Likvidace dešťových vod je prováděna na pozemku, dešťová voda odváděná z parkoviště prochází přes odlučovač ropných látek.

Viz. také bod 3.1.6

3.5. BEZPEČNOST PŘI UŽÍVÁNÍ

Všechny použité materiály a výrobky musí mít platný certifikát ve smyslu [21] o shodě podle [22]. U tohoto objektu to nelze splnit v plném rozsahu, protože slaměný balík nemá u nás oficiální certifikát. Jsou však provedeny měření z certifikovaných zkušeben a to i z hlediska požární bezpečnosti. Je také možné převzít certifikáty ze sousedních zemí: Rakousko, Německo, kde tyto prvky mají certifikát a jsou srovnatelným stavebním

materiálem s komerčními výrobci. Objekt je proveden se záměrem ukázat možnosti slaměných domů a napomout při svých následných měřeních k certifikaci tohoto stavebního systému.

Dále je nutno řídit se pokyny, požadavky, technickými a technologickými předpisy a podnikovými normami ostatních výrobců a dodavatelů jednotlivých materiálů, výrobků a systémů.

Stavba je navržena pro bezpečné užívání. Konstrukce zábradlí na schodištích bude mít výšku min. 900 mm.

3.6. OCHRANA PROTI HLUKU

Stavba se nachází v okrajové části obce, není tedy nikterak ohrožena nepříznivými vlivy vyšší hladiny hluku.

Hluk staveništní - výstavba bude prováděna jen v denním intervalu 7 – 19:00 hod; výstavba je bez bouracích prací.

Stavební konstrukce jsou navrženy tak, aby splňovaly požadavek [23]. Veškeré instalace budou řádně izolovány dle projektové dokumentace

3.7. ÚSPORA ENERGIE A OCHRANA TEPLA

Budova vyhovuje z tepelně technického hlediska požadavkům [24]

Stanovení celkové energetické potřeby je provedeno dle [25] a uvedeno v příloze.

3.8. PŘÍSTUP OSOB S OMEZENOU SCHOPNOSTÍ POHYBU A ORIENTACE

Objekt je řešen jako bezbariérový a vyhovuje požadavkům na stavby pro osoby s omezenou schopností pohybu a je k dispozici i jeden bezbariérový pokoj včetně sociálního

zařízení. Těmto osobám je přizpůsoben návrh manipulačních ploch veškerých prostor a chodeb. Taktéž vstup do objektu a úprava okolních ploch je tomu to faktu přizpůsoben.

3.9. OCHRANA STAVBY PŘED ŠKODLIVÝMI VLIVY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ

Stavba se nenachází v zóně, kde působí vlivy vnějšího prostředí.

3.10. OCHRANA OBYVATELSTVA

Vstup na staveniště musí být označen bezpečnostními tabulemi se zákazem vstupu nepovolaným osobám.

3.11. INŽENÝRSKÉ STAVBY

3.11.1. ODVODNĚNÍ ÚZEMÍ VČETNĚ ZNEŠKODŇOVÁNÍ ODPADNÍCH VOD

Dešťové vody budou sváděny ze střechy prostřednictvím okapového systému Lindab Rainline a ležatého svodného potrubí do zasakovací nádrže, kde bude voda shromažďována společně s přečištěnou vodou z parkoviště. Zde je instalovaný odlučovač ropných látek a všechny vody jsou následně zasakovány v jižní části pozemku. Splaškové odpadní vody budou odváděny do veřejné kanalizace.

3.11.2. ZÁSOBOVÁNÍ VODOU

Objekt je napojen na vodovodní řád HDPE 100RC SDR 11 – 63 x 3,8; která je ve vlastnictví SmVaK Ostrava.

3.11.3. ZÁSOBOVÁNÍ ENERGIEMI

Napojení k rozvodné síti elektrické energie je podzemní přes revizní šachtu na hranici pozemku.

3.11.4. ŘEŠENÍ DOPRAVY

Viz. 3.1.4

3.11.5. POVRCHOVÉ ÚPRAVY V OKOLÍ STAVBY, VČETNĚ VEGETAČNÍCH ÚPRAV

Příjezdová komunikace, pojezdové plochy a parkoviště budou zhotoveny ze zatravnovacích kusů do štěrkového lože.

Okapové chodníky i pochůzí zpevněné plochy na pozemku budou provedeny z kamenné dlažby do štěrkového lože.

Plocha pozemku kromě zpevněných ploch bude zatravněna popř. osázena okrasnými květinami, dřevinami atp. dle výběru investora.

3.11.6. ELEKTRONICKÉ KOMUNIKACE

Neřeší se.

3.12. VÝROBNÍ A NEVÝROBNÍ TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ STAVEB

Stavba nebude obsahovat žádné technologické výrobní vybavení. Budova bude sloužit k přechodnému ubytování, školení a jako informační centrum, nebude tak obsahovat technologická zařízení v souvislosti s tímto provozem.

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB



STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

4. Technická zpráva stavebního řešení

Student:

Bc. Ondřej Bija

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

4. TECHNICKÁ ZPRÁVA STAVEBNÍ ČÁSTI

4.1. ÚČEL OBJEKTU

Projektová dokumentace řeší stavbu nízkoenergetického domu s využitím přírodních stavebních materiálů. Stavba je řešena jako energeticky úsporná a její součástí je také posouzení veškerých detailů z hlediska tepelné techniky a průkaz energetické náročnosti budovy.

Pozemek p.č. 1311/1, k.ú. Chabíčov ve Slezsku se nachází v klidné oblasti na okraji obce, v mírně svažitém území, které bylo doposud využíváno jako louka.

Slaměný dům: Výukové a informační centrum, název, který vystihuje poslání tohoto objektu. Cílem bylo vytvořit příkladný dům s nízkou potřebou energie, se skladbou konstrukcí, které bude možno aplikovat zejména v oblasti rodinných domů. Důležitým požadavkem bylo užití přírodních materiálů v nejvyšší možné míře, dominantu tvoří sláma, dřevo a hlína: materiály, které nezatěžují životní prostředí a mají zápornou bilanci emisí CO₂.

4.2. URBANISTICKÉ A ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ STAVBY

4.2.1. URBANISTICKÉ ŘEŠENÍ

Projektová dokumentace zohledňuje všechny podmínky dané územním rozhodnutím. Dále umístění a řešení objektu respektuje také Územní plán obce.

4.2.2. ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ

Samotné konstrukční řešení stavby vyplývá ze systému lehkého dřevěného skeletu tzv. „Platform frame“ s prvky nosného těžkého dřevěného skeletu. Jako tepelné izolace domu slouží slaměné balíky vkládané do nosného systému a konopná izolace.

Objekt je dvoupodlažní, atypického tvaru. V půdorysném tvaru se prolínají prvky dvou obdélníků do písmene „L“ a kruhu. Střecha je plochá s extenzivní zelenou střechou.

Fasáda je ve dvou provedeních, a sice kruhová část je provedena v dřevěném modřínovém obkladu a zbývající část pokrývá hliněná omítka. V interiéru je možné shledat různé varianty nosných i nenosných stěn s využitím přírodních materiálů jako například lisované slaměné panely, nepálené cihly.

Budovu je možné členit na dvě zóny. V přízemí, kde se nachází hlavní vchod, je možné projít přes recepci do obytných/výukových prostor. Členění místností je uzpůsobeno tak, že je možné nevyužívat celý objekt, ale pouze jen jeho výukovou část. Tomuto požadavku bylo přihlíženo i v návrhu systému TZB. Výukovou část představuje výuková místnost, přílehlá jídelna / kuchyňka, kde je možná příležitostná příprava jídel, kávy apod., dále interaktivní místnost, kde bude možné využít určité názorné pomůcky týkající se přírodního stavitelství a ochrany životního prostředí. V 1.NP se také nachází sociální zázemí, šatna, technická místnost, byt správce a bezbariérový pokoj. V druhém podlaží je pak možné ubytování osob v pokojích o různém stupni vybavenosti s náležitým sociálním zařízením. Celková kapacita objektu je maximálně 20 osob.

Objekt je řešen jako bezbariérový a vyhovuje požadavkům na stavby pro osoby s omezenou schopností pohybu a je k dispozici i jeden bezbariérový pokoj včetně sociálního zařízení. Těmto osobám je přizpůsoben návrh manipulačních ploch veškerých prostor a chodeb. Taktéž vstup do objektu a úprava okolních ploch je tomu to faktu přizpůsoben.

4.3. KAPACITY, UŽITKOVÉ PLOCHY, OBESTAVĚNÉ PROSTORY, ZASTAVĚNÉ PLOCHY, ORIENTACE, OSVĚTLENÍ A OSLUNĚNÍ

- Plocha pozemku – 4662 m²
- Zastavěná plocha domem – 286,33 m²
- Zpevněné plochy – 369,52 m²
- Zastavěná plocha včetně zpevněných ploch – 655,85 m²
- Podlahová plocha celkem – 448,2 m²
- Obestavěný prostor – 1850 m³

Dům splňuje všechny požadavky na denní osvětlení dle [26].

Vstup do objektu je situován z jihovýchodní strany a orientace místností ke světovým stranám je patrná z výkresu č. ST1 – Situace. Při návrhu dispozice bylo přihlíženo k maximálním tepelným ziskům obytných prostor, byly tedy umístěny na J-V-Z strany objektu, nebytové prostory pak na severní část. Zóna č. 2 – Výukový prostor je orientován na jihovýchodní stranu objektu a v letních měsících u něj dochází k značnému přehřívání, bylo nutné zřídit v tomto prostoru decentrální systém chlazení.

4.4. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

4.4.1. ZEMNÍ PRÁCE

Na základě stavebního povolení se pozemek geodeticky zaměří a vytyčí lavičkami. Zemní práce začnou strojním sejmutím vrstvy půdy do průměrné hloubky 900 mm, bude nutné vytvořit pozvolný svah směrem k severní části pozemku tak, aby nedocházelo k sesouvání půdy. Ukládání ornice bude na severovýchodní straně pozemku. Tato zemina je velmi vhodná ke zpracování hliněných omítek, zbývající zemina se po dokončení stavby použije k terénním úpravám pozemku. K výkopovým pracím na pozemku se řadí zřízení výkopů dalších stavebních objektů – systému zasakování dešťových vod, přípojek inženýrských sítí a terénní úpravy pro parkovací plochy. Samotné výkopové práce se budou provádět strojně, pouze dočišťování se bude provádět ručně. Stavební jámu je třeba zabezpečit v souladu s požadavky BOZP. Výkopy se vyměřují dle stavebního výkresu. Celému procesu předchází inženýrsko-geologický a hydro-geologický průzkum a stanovení požadavků na stabilitu celé základové konstrukce.

4.4.2. ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

Návrh základové konstrukce vycházel z inženýrsko-geologického a hydro-geologického průzkumu a základové poměry stavby byly vyhodnoceny jako jednoduché a náročnost staveb jako nenáročná, resp. stavba spadá do I. geotechnické kategorie. Pro základovou konstrukci byly tedy navrženy monolitické pasy z prostého betonu tř. C16/20.

Po provedení výkopových prací je nutno uložit uzemnění hromosvodu a rozvaděče, dle výkresu základů.

Základové konstrukce jsou zhotoveny jako základové pasy z betonu C16/20. Vnější pas pod obvodovými nosnými stěnami je rozměru 0,4 x 0,6 m v hl. 1,225 m od úrovně upraveného terénu, pod vnitřními nosnými stěnami pak 0,4 x 0,25 m v hl. 1,025 m od úrovně UT. Podkladní betonová vrstva tl. 0,1 m je vyztužena KARI sítí Ø 8 mm s oky 150 x 150 mm spočívající na zhutněném štěrkovém násypu tl. 0,2 m.

Základové pasy jsou po obvodu odizolovány tepelnou izolací Isover EPS Perimetr tl. 100 a 150 mm. Jako ochrana tepelné izolace slouží nopová folie. Při realizaci je nutné zřídit prostupy pro zdravotně-technické instalace dle projektové dokumentace. Jsou patrný z výkresu základů.

4.4.3. SVISLÉ KONSTRUKCE

Konstrukční systém rodinného domu je navržen jako lehký dřevěný skelet, montovaný, patrový.

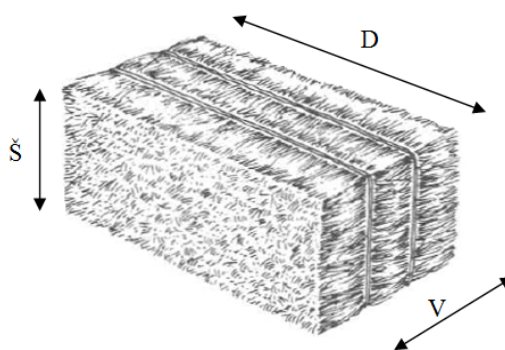
Obvodový plášť: Tento typ obvodové konstrukce není v ČR příliš často používán a v některých fázích výstavby se mohou vyskytnout nedostatky spojené s minimem zkušeností. Návrh vychází ze zmiňovaného systému Platform frame, česky se jí též říká „fošínková konstrukce“, základem jsou tedy fošínky o rozměru 160 x 60 mm, ve vzájemných osových vzdálenostech 625 (600) mm. Jsou zakládány na roznášecí práh 160 x 60 mm + OSB tl. 12 mm. Základový práh je kotven pomocí závitových tyčí do základové desky.

Současně funkci parobrzdy a funkci torzního (prostorového) ztužení plní dřevotřísková deska OSB 4 (Superfinish ECO - báze polyuretanových pryskyřic, které neobsahuje žádný formaldehyd, $\mu = 50$, $S_d = 0,9$ m) na P+D. Spojována bude prostřednictvím přírodního latexového lepidla (Eco Coll), které bude vpraveno do drážky OSB desky, spoj se pak začistí. Kotvení OSB k nosné konstrukci bude klasickými hřebíkovými spoji. Přechod mezi 1.NP a 2.NP bude v prostoru stropnice izolován parobrzdnou folií Isocell ÖKO Natur, aby nedošlo k přerušení parobrzdné roviny, folie bude přetažena 100 mm přes desku OSB a přelepena. Všechny kritické spoje konstrukcí, prostupy, styky prvků apod. budou přelepovány páskami Airstop Flex, bude tak zaručena potřebná těsnost obálky.

Funkci parobrzdy přispívá kromě desky OSB také vnitřní hliněná omítkou tl. 60 mm. V této tloušťce omítky přispívá významnou měrou k regulaci vnitřní vlhkosti. Tímto systémem je tak umožněn částečný průchod vodních par. Hliněná omítky bude prováděna ve třech vrstvách. Aplikována bude na desky OSB, na které se nejprve provede dřevěný rošt

z diagonálně kladených latí ve sklonu 45° o rozměru 20 x 10 mm. Tento rošt má posloužit jako nosič omítky. První vrstva omítky (30 mm) sestává čistě z místní hlíny s přídavkem vody pro dostatečné rozmíchání, pro lepší soudržnost bez prasklin se přidá slámová řezanka. Druhá vrstva (30 mm) taktéž z místní hlíny bude ochuzena prostřednictvím jemného písku se zrnem max. do 4 mm v poměru 1:4 (písek:hlína), to z důvodu zamezení prasklin. Po vyschnutí obou vrstev se provede konečná vrstva z jemné hliněné omítky Claytech HJ 02 tl. 3 mm, aplikována bude drobnou jutovou tkaninu (gramáž: 211 g/m²). Barvu finální úpravy určí investor.

Hlavní tepelně izolační funkci domu přebírá slaměný balík o následném rozměru D x Š x V: 600 x 400 x 500 mm.



Obr. č.6: Velikost slaměného balíku

Velikost je zvolená tak, aby se s balíkem dobře manipulovalo a snadno se implementoval do konstrukce. Jeho délka je zvolená o cca 50 mm větší, to z důvodu dobrého vtlačení mezi nosné fošinky. Balíky více či méně mohou vykazovat různé nepřesnosti, tento fakt je nutno respektovat a přímo v konstrukci vzniklé nepřesnosti vyplňovat volnou slámou, přesněji je nutné ji do konstrukce napěchovat v maximální možné míře. Alternativně je možné na neočekávané detaily zvolit izolaci z technického konopí, případně ovčí vlnu. Kladení balíků se provádí stébly kolmo na základovou desku. Svislé spáry mezi balíky se budou prokládat starým recyklovatelným kartonovým papírem či novinami, aby došlo k proudění vzduchu mezi balíky při velkém teplotním spádu. Slaměný balík bude před instalací roštu zarovnan elektrickými nůžkami. Během výstavby je nutné udržovat balíky v suchém stavu, při nepříznivém počasí je nezbytné balíky přikrývat folií, aby nedošlo k jejich vlhnutí.

Na nosnou fošinkovou konstrukci se pomocí pásků z OSB desek tl. 18 mm 200 x 500 mm připojí představený svislý a vodorovný rošt o rozměrech 60 x 60 mm, který bude taktéž uložen na prahu 60 x 60 mm + OSB tl. 12 mm spočívajícím na základové desce. Svislý rošt

slouží jako mezník pro slaměný balík. Vodorovný rošt má za úkol vyrušit liniové tepelné mosty a eliminovat rozměrové nedokonalosti slaměného balíku tím, že je do něj částečně vtlačena dodatečné tepelná izolace z technického konopí Canabest Plus Natur tl. 60 mm.



Obr. č. 7: Konopná izolace

Vnější povrchová úprava je provedena ve dvou variantách. Ta první bude provedena taktéž z hliněné omítky v několika vrstvách. Alternativně lze použít hlínu z místních podmínek, je však nutné ji stabilizovat např. kaseinem, aby nedocházelo ke zvětrávání. Tato úprava není předmětem návrhu. Navrhovaná skladba obsahuje nejprve vrstvu rákosové rohože o tl. cca 10 mm, ta slouží jako nosič fasádní úpravy. Jako druhá vrstva vnější úpravy se provede nástřík z řídkého jílového šlemu, dojde tak ke zlepšení přilnavostních vlastností a s rákosovou rohoží vytvoří tuhý podklad. Dále se aplikuje hliněná omítka Claytech HHV 04 ve tl. 20 mm. Jedná se o „průmyslově“ vyráběnou omítku se stabilizátorem. Po vyschnutí se provede finální omítková úprava na podklad z jutové tkaniny (gramáž: 211 g/m²). Konečná fasádní omítka je taktéž od výrobce Claygar se stabilizátorem ve tl. 3 mm Claytech HJV 02. Druhou variantou fasádní úpravy jsou pohledové modřínové prkna v rozměrech 20 x 180 mm a 20 x 150 mm, vrstvy jsou překrývány přes sebe ve svislém směru. Kotví se přímo do podkladního dřevěného roštu. Překládáním vznikne slabá vzduchová mezera, která zaručí provětrávání tepelné izolace. Ve spodní a horní části pláště je nutné umístit sítky proti hmyzu.

Vnitřní konstrukce jsou navrženy v několika formách, převážně se jedná opět o fošinkovou konstrukci, která ve spojení s vnějším pláštěm tvoří prostorově tuhý skelet. Místy je použito masivnějších konstrukcí, které tvoří nosnou kostru v prostorech, kde nebylo možné kvůli požadovaným rozměrům místnosti umístit fošinkové prvky. Jedná se především o výukovou místnost č. 102, kde je užito lepených BSH lamelových nosníků a část vnitřního obloukového segmentu, kde je užito sloupů ze smrkového dřeva 200 x 200 mm a průvlaků

280 x 160 mm. Dalším typem vnitřní konstrukcí jsou dělicí konstrukce, mající nenosnou funkci. Ty sestávají buďto z nepálených hliněných cihel nebo z Ekopanelů (sláma lisovaná pod tlakem na tl. 60 mm s celulózovým obalem). Skladby vnitřních svislých konstrukcí:

Ztužující nosná stěna č. 1:

Skelet: smrkové prvky jednostranně hoblované 100 x 200 mm,

Výplň: jednostranně pohledové nepálené cihly Picas 285 x 140 x 65 mm na zdíci hliněnou maltu Picas,

Omítka: hliněná omítka (místní) se slámovou řezankou tl. 60 mm + jemná omítka Claytech HJ 02 tl. 3 mm.

Ztužující nosná stěna č. 2:

Skelet: smrkové prvky 160/60 mm,

Výplň: dvojitá výplň z Ekopanelu tl. 2 x 60 mm,

Omítka: oboustranná hliněná omítka (místní) s jemným pískem 0-4 mm tl. 20 mm, jutová tkanina s oky 6,5x6,5 mm, jemná omítka Claytech HJ 02 tl. 3 mm

Ztužující nosná stěna č. 3:

Skelet: smrkové prvky 60/160 mm

Výplň: jednostranně pohledové nepálené cihly Picas 285/140/65 mm,

Omítka: hliněná omítka (místní) se slámovou řezankou tl. 60 mm + jemná omítka Claytech HJ 02 tl. 3 mm.

Dělicí stěna:

Konstrukce: Jednostranně pohledové nepálené cihly Picas 285 x 140 x 65 mm,

Omítka: hliněná omítka Claytech HH 04 hrubá tl. 15 mm + jemná omítka Claytech HJ 02 tl. 3 mm.

Schodišťová stěna:

Skelet: smrkové prvky 160 x 60 mm,

Výplň: dvojitá výplň z Ekopanelu tl. 2 x 60 mm řezaných do segmentů cca 300 mm,

Povrchová úprava:

vnitřní povrch: modřínové jednostranně hoblované desky tl. 12 mm

vnější povrch: hliněná omítka Claytech HH 04 hrubá tl. 30 mm +
jemná omítka Claytech HJ 02 tl. 3 mm.

Dělicí dvojitá příčka:

Konstrukce: 2 x Ekopanel tl. 60 mm,

Omítka: jemná omítka Claytech HJ 02 tl. 3 mm.



Obr. č. 8: Ekopanel

4.4.4. VODOROVNÁ KONSTRUKCE

Stropní konstrukce: Sestává z pohledově hoblovaných smrkových stropnic o rozměru 280 x 80 mm v osových vzdálenostech 625 mm. Stropnice se ukládají na roznášecí prahy 160 x 60 mm, ty spočívají na fošinkové konstrukci. Důležité je dodržení parobrzdné roviny, popsáno v bodě 4.4.3. Mezi stropnice jsou umísťovány smrkové hranoly 140 x 80 mm jako ochrana proti klopení v osových vzdálenostech 1200 mm. Spojování prvků je klasickými hřebíkovými spoji, ocelovými třmeny Bova BT/T, popř. ocelovými úhelníky se šroubovými spoji, návrh těchto prvků musí posoudit statik.

Překlady: Taktéž použito smrkových hranolů jako součást fošinkového systému. Překlady otvorových výplní vnější konstrukce jsou tvořeny dvojicí prvků rozměru 280 x 80 mm, dle velikosti otvoru jsou překlady podepřeny dvojicí či trojicí svislých fošinek obvodového pláště 160 x 60 mm. Vnitřní překlady jsou tvořeny převážně prvky 160 x 60 mm, v ojedinělých případech je nutné nechat vyrobiť atypické lepené překlady v daném oblouku.

4.4.5. KONSTRUKCE SCHODIŠTĚ

Komunikační prostor mezi oběma podlažími zajišťuje dřevěné atypické kruhové schodnicové schodiště 18 x 184,4 / 300 mm – výpočet viz. příloha č. 1. Schodišťové stupně jsou z modřínových desek, lakovány. Schodiště je kotveno ke schodišťové zdi po vnější straně a schodnice jsou kotveny ke stropnici 2.NP. Spodní část schodnice je přenesena

prostřednictvím dřevěné konstrukce až na základovou desku, kde je ukotvena. Po stranách je schodiště opatřeno zábradlím ve výšce 1100 mm zhotovené z nerezové oceli s lankovou výplní.

4.4.6.KONSTRUKCE KROVU

Zastřešení objektu je provedeno pultovou střechou tvořenou dřevěnými sbíjenými vazníky v osových vzdálenostech 900 mm, spojovanými styčnickovými plechy typu GANG-NAIL se sklonem 8,5% (5°). Před samotnou stavbou krovu jsou dřevěné prvky naimpregnovány insekticidním a fungicidním přípravkem Bochemit Optimal. Vazníky jsou kotveny pomocí ocelových „L“ profilů do obvodové fošinkové konstrukce, resp. Ke dvojici roznášecích prahů 160 x 60 mm. Prostorová stabilita konstrukce je zajištěna zavětrováním v podélné a příčné rovině konstrukce (pomocí prken, příp. větrovacích vazníků). Přesah střechy je vytvořen z pohledových smrkových hranolů 60 x 40 mm, přesah střechy je 300 mm.

Nad hlavním vstupem je vytvořena dřevěná konstrukce sestávající ze sloupků, krokví ztužujících prvků. Zastřešení sestává z jednostranně hoblovaných prken pokládaných na krokve, na tyto prkna je nataženo fóliové souvrství Fatrafol-S. Následuje hydroakumulační vrstva, geotextilie a extenzivní souvrství včetně nízkorostoucí zeleně. Ve vzdálenosti 150 mm od hrany přesahu je zřízeno oplechování, které zároveň slouží jako zádržný systém pro vrstvu kačírku z říčních oblázků v šíři 300 mm.

Půdní prostor není využíván a je nepochůzí.

4.4.7.ZASTŘEŠENÍ

Jako střešní krytina byla zvolena pohledová zelená střecha s extenzivní zelení. Zelená střecha byla zvolena pro svůj přírodní vzhled a nízké nároky na údržbu. Svrchní vrstvu tvoří nižší porost tráva, květiny, bonsaje, nízké keřky apod., přesný výběr určí investor. Tento porost je zasazen v substrátu o tl. 70 mm. Ten bude spočívat na hydroakumulační vrstvě, která zároveň slouží jako drenážní, tyto vrstvy musí být od sebe vzájemně odděleny geotextilií, aby nedocházelo k zanášení. Hydroizolační vrstva sestává ze souvrství Fatrafol-S, ta se skládá z podkladní separační folie Fatrafex (300 g/m²) a ze svrchní folie Fatrafol 810. Spodní vrstva se lepí polyuretanovými reaktivními lepidly. Svrchní hydroizolace se kotví k podkladu šrouby ze zušlechtěné uhlíkové oceli, s ochranou proti korozi - Durocoat s přitlačnou talířovou podložkou z ocelového plechu s povrchovou úpravou Al/Zn. Vzájemné spojování okrajů pásů

lze provádět ručními nebo automatickými horkovzdušnými svařovacími přístroji nebo přístroji s topným klínem (jednostopý svar). Montáž provede odborně vyškolená firma. HI souvrství se kotví k podkladní nosné vrstvě OSB 4, která je roznášena pomocí trámek 40 x 60 mm v osových vzdálenostech 900 mm, tyto prvky tvoří odvětrávanou vzduchovou mezeru a musí být opatřeny proti biotickým škůdcům nátěrem Bochemit Optimal. Trámky jsou kotveny ke konstrukci krovu přes záklop z dřevovláknitých desek Steico universal, který je difuzně propustný. Přesah střechy je tvořen pohledovými trámkami o délce 1 m. Na tyto trámy jsou kotveny pohledové hoblované prkna o tl. 18 mm, přesah střechy je 300 mm. Střešní roviny jsou po celém svém obvodu lemovány pásem říčních oblázků v šíři 300 mm, zabráňují tak splavování substrátu ze střechy. Jako zábrana pro sesuvu extenzivní střechy slouží oplechování ve tvaru obráceného okapního nosu ve výšce 120 mm, důležité je napojení vnitřního povrchu oplechování k plošné hydroizolaci, tento detail bude vyřešen folií Fatrafol 804, která se převede až přes hranu oplechování tak, aby bylo vyloučeno zatékání do konstrukce střechy.

Střešní roviny jsou odvodněny. Resp. přebytečná dešťová voda, která se nezachytí v akumulární vrstvě. Střešní rovina nad kruhovou částí objektu je odvodněna pomocí dvou svislých odtokových žlabů Topwet TW 125 PVC S, na tyto odtoky musí být instalován také ochranný koš proti případnému splavování materiálu ze střechy. U střešních odtoků, prostupů, světlíků a výlezu je důležité věnovat pozornost správnému napojení hydroizolace a vytvořit těsný detail pomocí folie Fatrafol 804. Aby veškerá dešťová voda odtékala ze střechy svodem a nehrozilo riziko přetékání přes hranu střechy, byl navrhnut protispád z těžkých spádových desek z kamenné vlny Rockfall Rockwool.

Střešní rovina nad východní stranou objektu a střešní rovina přístřešku je odváděna prostřednictvím okapového systému Lindab Rainline.

4.4.8. IZOLACE

Tepelná izolace: Hlavní tepelnou izolací je v objektu slaměný balík, jeho užití v obvodovém plášti je popsáno v bodě 4.4.3. Jeho přesným tepelně izolačním vlastnostem a dalším fyzikálním, mechanickým vlastnostem je věnován oddíl teoretické části této práce. Kromě obvodových zdí je slaměný balík také použit jako tepelná izolace spodní stavby a stropu 2.NP.

Základové pasy jsou po obvodu odizolovány tepelnou izolací Isover EPS Perimetr tl. 100 a 150 mm. Jako ochrana tepelné izolace slouží nopová folie

Spodní stavba se zatepluje slaměnými balíky až po provedení hydroizolační vrstvy. Slaměné balíky se vtlačují vlákny rovnoběžnými se základovou deskou do předem rozměřených polí, které tvoří nosníky Steico SJ 60 400 mm. Osově vzdálenosti nosníků jsou 625 mm a je nutné je kotvit do fošinkové konstrukce obvodového pláště ocelovými úhelníky. Po osových vzdálenostech cca 2 m se příčně ztuží nosníky Steico ve vrchní části stojiny dřevěným hranolem 60 x 60 mm aby nedocházelo ke klopení. Balíky mohou vytvořit mezery či kapsy, je nutné tyto nedostatky napěchovat volnou slámou. Na nosníky je provedena hrubá podlaha z desek OSB 4 tl. 22 mm. Před samotným provedením záklopu je nutné celý povrch lehce navrstvit volnou slámou, aby došlo ke stlačení a vznikl tak povrch, který nebude pružný. Na hrubou podlahu už je dále instalována dusaná hliněná podlaha nebo rošty s následující čistou podlahou.

Zateplení svrchní části objektu se provádí po dokončení konstrukce krovu. Nejprve se provede podbití z desek OSB 4 tl. 22 mm, která slouží jako nosná vrstva pro slaměné balíky. Ze strany interiéru je na tuto vrstvu provedena vnitřní hliněná Claytech HH 04 na rákosovou rohož tl. 10 mm a následná jemná omítka Claytech HJ 02 s jutovou tkaninou tl. 3 mm, celá tl. omítky je 30 mm. Ze strany krovu je pak prováděno samotné izolování. Pro přípravu ideálního podkladu je možné použít volnou slámu a rozprostřít ji ve vrstvě cca 50 mm po desce OSB. Strop je izolován ještě před uzavřením střešní konstrukcí. Slaměné balíky se vkládají mezi vazníky a volný prostor mezi nimi vytvořený tloušťkou vazníku je nutné vyplnit volnou slámou. Po dokončení první vrstvy se překryje pole balíků recyklovaným kartonem, který je umístěn z důvodu omezení proudění vzduchu v tepelné izolaci. Druhá vrstva se provede pokládkou volné slámy vzniklé jako přebytečný odpad při izolování obvodových stěn nebo je možné balíky půlit a volně pokládat, optimálně by bylo vhodné zvolit druhou řadu celých balíků, došlo by tak také ke zlepšení tepelně-izolačních vlastností. Tato změna by si však vyžádala nový posudek z hlediska tepelné techniky a statické posouzené zatížení OSB nosného podkladu.

Výlez na půdu je možné průlezem umístěným v místnosti č. 201, 206. Střešní roviny spolu nejsou propojeny a nebude po zaizolování možná procházet z jedné části do druhé, proto jsou zřízeny dva výlezy. Poklopy jsou izolovány 200 mm tepelné izolace z technického konopí. Kolem výlezu je nutné vytvořit dřevěné ohrazení, aby nedocházelo k zapadávání

slámy na poklop a aby také byl umožněn snadný přístup do prostoru krovu, potažmo na střechu.

Izolace proti hluku: Je jí užito v konstrukci podlahy mezi 1.NP a 2. NP, vlivem malé objemové hmotnosti konstrukce není odhlučnění dostatečné, byla zvolena vrstva konopné izolace Canabest Plus Natur tl 120 mm, jejíž útlumové vlastnosti jsou srovnatelné s komerčními akustickými izolacemi.

V objektu jsou použity dělicí příčky z Ekopanelů, jejíž laboratorní neprůzvučnosti jsou u jednoduché příčky bez povrchových úprav 33dB a dvojité příčky 45 dB (dle podkladů výrobce). Což vyhovuje požadavkům na stavbu. Ostatní hodnoty neprůzvučnosti např. ztužujících stěn jsou otázkou konkrétního měření, skladby takové konstrukce nejsou podloženy žádným akustickým měřením. Objekt má sloužit k výukovým a zkušebním účelům, tomu odpovídá i různá skladba dělicích konstrukcí.

Hydroizolace: Izolace proti zemní vodě se pokládá na očištěnou vrstvu základové desky. Podklad musí být řádně očištěný. Je užito hydroizolačního systému Fatrfaol-H, jeho základem jsou pásy hydroizolace Fatrafol 803 na bázi měkčeného polyvinylchloridu (PVC-P), tento pás musí být oboustranně chráněn technickou textilií, ta se na vodorovné povrchy pokládá se vzájemným přesahem 50 mm. Při aplikaci je nutné textilii zatížit proti účinkům větru a spojit bodově horkým vzduchem. Na svislých plochách se textilie dočasně ukotví k podkladu, např. provizorním prknem, to se odstraní po samotném nalepení hydroizolační fólie. Kladení HI folie se provádí na vazbu s přesahem 100 mm. Spojování hydroizolační fólie navzájem se provádí horkovzdušným svarem, kdy je umožněno naprosto homogenní spojení. Na tento pás se poklade další vrstva ochranné textilie. V této ochranné vrstvě je nutno přesahy textilních pásů vždy souvisle svařit horkým vzduchem jako ochranu před vnikáním nečistot. Hydroizolační pásy jsou vytaženy minimálně 300 mm na nad úroveň terénu. Přechod pásu vodorovného na svislou část bude proveden pomocí zpětného spoje a opět opatřen ochranou textilií.

Parobrzda: Na dodržení parobrzdné roviny v okolí stropnic a kritických napojení je užito folie Isocell Öko Natur, spoje jsou přelepovány páskami Airstop Flex, vytvoří se tak vzduchotěsná rovina.

Nopová folie: Slouží jako ochranná vrstva zateplení spodní stavby a zároveň odděluje konstrukci od vlhkosti.

4.4.9. PODLAHY

Převažující podlahovou vrstvu tvoří dřevěné borové palubky tl. 24 mm, přebroušené, lakované. Pokládají se na rošt ze smrkových hranolů 60 x 40 mm ve vzájemných osových vzdálenostech 600 – 800 mm. Je nutné tyto hranoly oddělit od palubek pásky z konopné izolace, aby nedocházelo k vrzání a přenášení vibrací. Ve vzniklém prostoru budou vedeny zdravotnické instalace. V 1.NP je ve vstupních prostorech provedena podlaha z dusané hlíny. Konstrukce podlahy sestává ze dvou vrstev, první vrstva je provedena z dusané místní hlíny do připravených polí ze smrkových hranolů 80 x 80 mm o rozměru 1,6 x 1,6 m. Tuto vrstvu je nutné oddělit od podkladu kartonovým papírem tl. 3 mm. Na hrubou dusanou podlahu se provede finální pochůzí povrch taktéž ze smrkových hranolů 20 x 40 mm o rozměru polí 300 x 300 mm. Do těchto polí je postupně dusána vrstva místní hlíny ochuzená o jemnozrnný písek v poměru 1:4. Finální úprava povrchu je napuštění hlíny lněnoolejnou fermeží, zabrání se tak vnikání vlhkosti do hlíny a objemovým změnám, zároveň povrch je odolný proti krátkodobému působení vody. V technické místnosti č. 112 je nutné kvůli provozu provést keramický povrch. Dlažbu je nutné klást na flexibilní lepidlo, které odolává drobným změnám podkladu. Tou je dvojice převazovaných OSB desek tl. 10 mm, které jsou přebroušeny, aby vznikl dokonale rovný a hladký povrch. V koupelnách je vytvořena podlaha s finální vrstvou z korkových pásů, které jsou opatřeny krycím lakem na vodní bázi. Korek se podkládá na dvojici vzájemně překládaných a přebroušovaných OSB desek tl. 10 mm.

4.4.10. PODHLEDY

Podhledy investor nepožadoval, pouze v 2.NP budou vzduchotechnické rozvody zakryty dřevěným palubkovým obkladem. V 1.NP bude VZT vedení vedeno volně pod konstrukcí stropu. V případě dodatečných změn je možné zřídit podhled z napínaných textilních prvků. Tato úprava by byla předmětem požární bezpečnosti.

4.4.11. VÝROBKY - TRUHLÁŘSKÉ, ZÁMEČNICKÉ, KLEMPÍŘSKÉ, SKLENÁŘSKÉ

Okna budou od výrobce Slavona, model Solid Comfort SC 92. Jedná se o dřevěný smrkový rám s označením Airotherm s izolačním trojsklem s tepelnými zisky $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, celkový součinitel prostupu tepla okna $U = 0,69 \text{ W/m}^2\text{K}$, stavební hloubka rámu je 92 mm. Okna jsou pouze vyklápěcí nebo fixovaná. Součástí dodávek okna budou stínící textilní

rolety Systra, na jižní a jihovýchodní straně umístěny vně oken. Ve zbývajících místnostech objektu jsou instalovány textilní rolety vnitřní.

Dodavatelem vnitřních dveří bude firma Sapeli. Vnitřní dveře budou jednokřídlové a případně posuvné, které budou vyrobeny na zakázku dle specifických parametrů. Vstupní dveře budou dřevěné Slavona SC 92 a jejich celkový součinitel prostupu tepla $U=0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$. Barevný odstín dveří je hnědá. Venkovní parapety budou vytvořeny po osazení oken do konstrukce, parapety budou hliníkové v hnědé barvě. Způsob osazení parapetu a jeho prvků je patrné z výkresu č. ST9.

Systém odvodu dešťové vody ze střechy pochází od dodavatele firmy Lindab.



Obr. č. 9: Dřevěná okna Slavona Solid Comfort SC92

4.4.12. OBKLADY

Keramický obklad je proveden v koupelnách, WC. Lepen bude na flexibilní lepidlo. Výška obkladu viz. výkresová dokumentace. Přesný typ a barevný odstín určí investor.

4.4.13. POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Omítky jsou popsány v bodě Svislé konstrukce. Obklad exteriérového soklu obvodových stěn je proveden obkladovým andezitovým dekoračním kamenem lepeným na flexibilní mrazuvzdorné lepidlo.

4.4.14. VĚTRÁNÍ A OSVĚTLENÍ MÍSTNOSTI

Větrání v místnostech je zajištěno mechanicky prostřednictvím jednotek Atrea. Objekt je rozdělen na dvě zóny a je možné je užívat nezávisle na sobě, v tomto případě není nutné, aby jednotky běžely současně, je tak položen předpoklad pro energetickou úsporu jinak velmi nákladného větrání objektu. Vzduchotechnika zároveň zajišťuje teplovzdušné vytápění. Podrobný popis systému v technické zprávě vzduchotechniky.

Osvětlení je přirozené okny a splňuje požadavky na minimální dobu proslunění dle [12].

4.4.15. VENKOVNÍ ÚPRAVY

Okapový chodník kolem domu bude proveden v šířce 300 mm uložený do štěrkového lože. Příjezdová komunikace, pojezdové plochy a parkoviště budou zhotoveny ze zatravnovacích kusů do štěrkového lože.

Okapové chodníky i pochůzí zpevněné plochy na pozemku budou provedeny z kamenné dlažby do štěrkového lože.

Plocha pozemku kromě zpevněných ploch bude zatravněna popř. osázena okrasnými květinami, dřevinami atp. dle výběru investora.

4.5. ELEKTROINSTALACE

Napojení na stávající podzemní elektrickou síť bude provedeno odbočením z kabelového vedení T-spojkou, a provedeno kabelem CYKY-J5x10. Kabelové vedení pro napojení objektu na elektrickou síť bude vedeno v zemi v hloubce 400 mm s umístěním

výstražné fólie ve vzdálenosti 200-300 mm nad kabelem. Situace napojení na elektrickou síť je uvedena na výkrese ST1. Délka vedení napojení je cca 0,8 m.

4.6. PŘÍPOJKA PLYNU

Objekt není připojen na plynofikaci.

4.7. ZÁSOBOVÁNÍ VODOU

Objekt bude napojen na veřejnou vodovodní síť DN 150 vedoucí v hloubce 1,5 m pod úrovní terénu a procházející p.č. 897/1 souběžně se severní stranou objektu. Vodovodní přípojka bude napojena na veřejný vodovod navrtávkou a to navrtávacím pásem Hawle s uzávěrem, zemní soupřavou a poklopem. Délka vodovodní přípojky je cca 3,6 m.

4.8. KANALIZACE

Kanalizační přípojka DN 160 bude provedena z plastového potrubního KG systému firmy OSMA. Je zabezpečeno minimální krytí 1m. Potrubí je položeno do lože z neupěchovaného písku 15cm vysokého. Hloubka překrytí potrubí jemným zrnitým materiálem je 300 mm nad horní hranou potrubí ve výkopu. Po úspěšném ukončení zkoušky těsnosti se provede zásyp potrubí. Zásyp a hutnění se provede po 300mm vrstvách.

Napojení na hlavní stokovou síť se provede odbočkou 30° v hloubce 3000 mm pod úrovní komunikace. Kanalizační přípojka povede přes pozemek patřící k objektu se sklonem 5 % ke kanalizační síti. Dále na svodném potrubí je umístěna plastová revizní šachta RVD-PPL-DN 400 kruhového půdorysu o vnitřním průměru 400 mm s litinovým poklopem. Šachta je umístěna 1,7m před jižní obvodovou stěnou, kterou zároveň začíná vnitřní kanalizace.

4.9. VYTÁPĚNÍ

Jako zdroj tepla pro ohřev otopné vody a teplé vody slouží tepelné čerpadlo IVT Greenline HE E21 o výkonu 20 kW. Jako zásobník teplé vody byl zvolen typ ACV Smart o objemu 800 l. K otopné soustavě byl zvolen akumulční zásobník IVT BC o objemu 500 l, který je hydraulicky spojen s primárním okruhem. Odtud je otopná voda rozváděna do rozdělovače Meibes, pak následují tři sekundární okruhy: otopná tělesa, ohřívač jednotky č. 1 a ohřívač jednotky č. 2. Přesné informace o návrhu otopného systému jsou v technické zprávě vytápění.

4.10. CHLAZENÍ

Objekt je pasivně chlazen prostřednictvím tepelného čerpadla v letních měsících, tepelné čerpadlo se procesu neúčastní. Ethylglykol prochází přímo chladičem jednotky č. 2. Výkon chladiče je 2,9 kW.

4.11. VLIV OBJEKTU A JEHO UŽÍVÁNÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A ŘEŠENÍ PŘÍPADNÝCH NEGATIVNÍCH ÚČINKŮ

Stavba objektu a jeho provoz nebude mít negativní vliv na životní prostředí. Při likvidaci odpadů se bude postupovat dle [17].

4.12. DOPRAVNÍ ŘEŠENÍ

Pozemek je přístupný přímým napojením z veřejné komunikace. Objekt je velmi dobře dostupný okolním strategickým městům Ostrava, Opava. Příjezdová komunikace na ul. Hrabyňská je přilehlá k řešené parcele. Příjezd je možný ze dvou směrů, od obce Hrabyně a Háj ve Slezsku – Chabičov, odkud je možné napojení na hlavní dopravní komunikaci Ostrava – Opava.

4.13. OCHRANA OBJEKTU PŘED ŠKODLIVÝMI VLIVY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ, PROTIRADONOVÁ OPATŘENÍ

Nebyl zjištěn výskyt radonu.

4.14. DODRŽENÍ OBECNÝCH POŽADAVKŮ NA VÝSTAVBU

Stavba splňuje požadavky dle [16], [27].

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB



TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB

5. Technická zpráva vytápění

Student:

Bc. Ondřej Bija

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

5. TECHNICKÁ ZPRÁVA VYTÁPĚNÍ

5.1. TYP ZDROJE TEPLA, ZAŘ. ZPĚTNÉHO ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA, TEP. ČERPADLO, AKUMULAČNÍ ZDROJ TEPLA.

Hlavní zdroj tepla Slaměného domu zastává tepelné čerpadlo IVT Greenline HE 21E typ země/voda. Je zároveň zdrojem tepla i chladu. Vyprodukované teplo bude užitkováno větrací jednotkou č. 1 i č. 2 a pro ohřev TV. V letních měsících poslouží TČ, resp. jen jeho primární studená strana i jako zdroj chladu pro jednotku č. 2, zároveň tak bude docházet k regeneraci vrtu.

Tepelné čerpadlo využívá potenciál zemského povrchu, děje se tak prostřednictvím zemních vrtů navržené jako jednotrubkové sondy 40 x 3,7 mm o celkové hloubce 279 m, rozdělené do tří po 93 mm ve vzájemné osově vzdálenosti 10 m.

Návrh sekundárního okruhu tepelného čerpadla vycházel z volby teplotního spádu 45/35°C otopného média pro otopný okruh. Pro okruh ohřevu TV je výstup vody max. 65 °C, to je důležité především z hlediska ochrany před Legionellou. Standardně je zásobník nahříván na 55 °C. Nepředpokládá se současnost ohřevu TV a otopné vody. TV bude nahřívána především v nočních hodinách nebo v době kdy není potřeba dohřívát akumulční zásobník otopného okruhu. I z toho důvodu byl zásobník TV o 20 % předimenzován a zvolen objem 800 l, aby byla možnost delší akumulace. Zásobník bude zaizolován polyuretanovou izolací, která je součástí dodávky zásobníku. Jako bivalentní zdroj slouží integrovaný elektrokotel o výkonu až 15,7 kW, což je při daném návrhu dostatečný výkon na zabezpečení dodávky tepla.

Tepelné čerpadlo je dimenzováno v rozmezí na 80 % celkové potřeby tepla. Přičemž se do celkové potřeby započítává i potřeba TV. V celoroční bilanci tepelné čerpadlo pokrývá 97 % potřeby tepla, zbytek 3 % jsou dodávány dotopovým zdrojem, jímž je integrovaný elektrokotel ve třech výkonových stupních. Bod bivalence je výpočtově stanoven na -8,2 °C.

Akumulační zdroj tepla pro sekundární okruh slouží akumulční nádoba IVT BC o objemu 500 l, která je hydraulicky spojena s primárním okruhem. Návrhem byla tato nádoba stanovena 20 l/ 1 kW výkonu tepelného čerpadla. Akumulační zásobník je také izolován polyuretanovou izolací.

Studená strana (solanka) tepelného čerpadla, tedy okruh země – tepelné čerpadlo je mimo jiné přirozeným zdrojem chladu a je možné jej využít v letních měsících k chlazení. To je realizováno rozdělením studeného okruhu ještě před vstupem do tepelného čerpadla, je tak umožněn průchod chladné kapaliny aniž by muselo dojít k sepnutí tepelného čerpadla. O dopravu kapaliny do výměníku jednotky č. 2 se stará oběhové čerpadlo Grundfos. Pasivní chlazení napomáhá také k regeneraci vrtů.

Otopná voda zásobuje výměníkové ohřívače obou jednotek Atrea: Duplex-S 3100 a Duplex-S 900. Ty jsou vybaveny zpětným získáváním tepla v podobě protiproudých rekuperátorů o účinnosti 79%. Vzduch z venkovního prostředí je tak přehříván až na teplotu 12,65 °C. Dochází tak k významné úspoře tepelných ztrát.

5.2. KLIMATICKÉ PODMÍNKY MÍSTA STAVBY A PROVOZNÍ PODMÍNKY

Objekt se nachází v klimatické oblasti města Ostrava:

Nadmořská výška	Venkovní výpočtová teplota v zimním období	Normální tlak vzduchu	Entalpie v zimním období	Venkovní výpočtová teplota letním období	Entalpie v letním období	Otopné období pro $t_{em} = 13^{\circ}\text{C}$	
h	t_e	p	i_e	t_e	i_e	t_{es}	d
[m]	[°C]	[kPa]	[kJ.kg ⁻¹]	[°C]	[kJ.kg ⁻¹]	[°C]	[dny]
217	-15	98,1	-16	32	53,2	4	229

Tab. č. 8: Parametry klimatické oblasti

Provozní podmínky jsou navrženy s ohledem na dvouzónové dělení objektu. Zóna č. 1 je uvažována jako část objektu s pobytovými prostory určenými k odpočinku, očištění a s tím související komunikační prostory. Zóna č. 2 je určena především k výukovým účelům. Tyto zóny mohou běžet nezávisle na sobě. Tzn. je možnost využívat pouze výukovou místnost bez zbývajících prostor, tohle dělení má za účel především snížení potřeby energií na vytápění a na mechanické větrání.

O regulaci celého systému se bude starat nadřazená regulace SIEMENS RVS 13.123 / 109 s ovládacím panelem SIEMENS AVS 37.294 / 509. Regulace REGO 501 umístěná v tepelném čerpadle komunikuje s nadřazeným systémem pomocí sběrnice RS485 po protokolu Modbus RTU. V zóně č. 2 Výukové místnosti je umístěno čidlo prostorové teploty a čidlo koncentrace emisí CO₂, čidla jsou propojeny s prostorovým termostatem Siemens RV 24 DC, který komunikuje s nadřazenou regulací.

5.3. PŘEHLED NAVRHOVANÝCH A PŘEDPOKLÁDANÝCH HODNOT TEPELNĚ TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Typ konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Doporučená hodnota pro pasivní domy $U_{pas,20}$ [W/m ² K]	Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ [W/m ² K]
Obvodová stěna	0,12	0,18 až 0,12	0,30
Podlaha	0,13	0,22 až 0,15	0,45
Strop nad 2. NP	0,11	0,15 až 0,10	0,30
Výplně otvorů	0,69	0,8 až 0,6	1,50
Dveřní výplně otvorů	0,75	0,9	1,7

Tab. č. 9: Parametry konstrukcí

Všechny konstrukce splňují požadované a doporučené tepelně-technické parametry.

5.4. PŘEHLED TEPELNÝCH ZTRÁT BUDOVY

Nezkrácený výpočet tepelných ztrát je uveden v příloze, zde jen jeho stručný přehled:

1.NP		Tepelná ztráta [kW]
101	Recepce	0,70
102	Výuková místnost	2,51
103	Jídelna	1,30
104	Bezbariérové wc	0,15
105	Wc ženy	0,39
106	Wc muži	0,19
107	Hala	0,76
113	N - schodiště	-0,06
108	N - šatna	0,28
109a	Pokoj správce	0,38
109b	Koupelna správce	0,37
110	Interaktivní místnost	1,45
111a	Bezbariérový pokoj	0,35
111b	Bezbariérová koupelna	0,45
112	N - technická místnost	0,01
2. NP		
201	Hala	0,58
202a	Pokoj I-a.	0,33
202b	Pokoj I I-b.	0,11
202c	Pokoj I.- koupelna	0,32
203	Koupelna muži	0,88
204	Koupelna ženy	1,04
205	N - úklidová místnost	0,19
206	N - chodba	0,10
207	Pokoj II.	1,09
208	Pokoj III.	1,58
209	Pokoj IV.	0,56
210	Pokoj V.	0,34
211a	Pokoj VI.	0,36
211b	Pokoj VI. - koupelna	0,23
212a	Pokoj VII.	0,37
212b	Pokoj VII. - koupelna	0,23
Σ	SUMA CELKEM	17,52

Tab. č. 10: Tepelné ztráty objektu

Celkové tepelné ztráty objektu:

Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL	17.524 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem Fi,T	6.401 kW	36.5 %
Součet tep. ztrát větráním Fi,V	10.396 kW	59.3 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	0.727 kW	4.1 %

5.5. PŘEHLED JEDNOTLIVÝCH VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ NAPOJENÝCH NA ROZVODY TEPLA

Vzduchotechnický systém sestává ze dvou zařízení. Objekt je řešen jako dvou zónový, každá zóna má svou VZT jednotku, aby bylo možné provozovat objekt nezávisle na druhu provozu. Dodavatelem jednotek je firma Atrea, jedná se o jednotku č. 1: Duplex-S 3100 a jednotku č. 2: Duplex-S 900. Parametry tohoto systému jsou uvedeny v následující tabulce:

Název jednotky	Typ ohřívače	Výkon [kW]	Účinnost rekuperace [%]	Předehřev vzduchu [°C]	Teplotní spád [°C]
Duplex-S 3100	T 4000 5R / typ 2	15,1	0,79	12,65	45/35
Duplex-S 900	T 900 3R / typ 1	3,2			

Tab. č. 11.: Přehled vzduchotechnických zařízení

5.6. VÝPOČET POTŘEBNÉHO TEPELNÉHO PŘÍKONU PRO OHŘEV TEPLÉ VODY NA ZÁKLADĚ BILANCE PŘEDANÉ SPECIALISTOU ZDRAVOTNÍ TECHNIKY

Výpočet potřebného výkonu na ohřev teplé vody byl stanoven dle [28].

Jmenovitý výkon na ohřev TV byl stanoven výpočtem na 3,66 kW, výpočet uveden v příloze.

5.7. STANOVENÍ POTŘEBNÉHO TEPELNÉHO VÝKONU ZDROJE TEPLA

Návrh tepelného výkonu zdroje se odvíjel od těchto vstupních údajů: Potřeba tepla pro ohříváče VZT jednotek, pro otopný okruh těles a potřeba tepla pro ohřev TV. Předpokladem návrhu byl fakt, že TV bude ohřívána v době, kdy se nebude zbytek objektu vytápět, tedy především v nočních hodinách nebo když bude dostatečně nabitý akumulací zásobník. Nebyla tedy potřeba tepla na ohřev TV započítána do celkového energetického součtu.

Potřebný výkon pro pokrytí tepelných ztrát:

Topný okruh	Tepelný výměník	Jednotka č. 1	15,20 kW
		Jednotka č. 2	3,93 kW
	Otopná tělesa	5,68 kW	
Potřeba TV	Zásobník	3,66 kW (nezapočítáno)	
Celkem		24,78 kW	

Tab. č. 12: Potřebný výkon pro pokrytí tepelných ztrát

5.8. STANOVENÍ A PŘEHLED ROČNÍ POTŘEBY TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ, VZDUCHOTECHNIKU A PŘÍPRAVU TUV, CELKOVÁ ROČNÍ POTŘEBA TEPLA V MWH/ROK

Vytápění	Bilanční
Dodaná energie na vytápění $Q_{\text{fuel,H}}$ [GJ/rok]	46,98
Spotřeba pomocné energie na vytápění $Q_{\text{Aux,H}}$ [GJ/rok]	1,32
Energetická náročnost na vytápění $EPH = Q_{\text{fuel,H}} + Q_{\text{Aux,H}}$ [GJ/rok]	48,29
Měrná spotřeba energie na vytápění vztahovaná na celkovou podlahovou plochu $E_{\text{PDHW,A}}$ [kWh/(m ² .rok)]	23

Tab. č. 13: Dílčí hodnocení energetické náročnosti vytápění

Mechanické větrání a úprava vnitřní vlhkosti	Bilanční
Spotřeba pomocné energie na mech. větrání $Q_{\text{Aux;Fans}}$ [GJ/rok]	17,63
Dodaná energie na zvlhčování $Q_{\text{fuel,Hum}}$ [GJ/rok]	0,00
Energetická náročnost mechanického větrání (vč. zvlhčování) $E_{\text{PFans}} = Q_{\text{Aux;Fans}} + Q_{\text{fuel,Hum}}$ [GJ/rok]	17,63
Měrná spotřeba energie na mech. větrání vztažená na celkovou podlahovou plochu $E_{\text{PFans,A}}$ [kWh/(m ² .rok)]	9

Tab. č. 14: Dílčí hodnocení energetické náročnosti mechanického větrání

Příprava teplé vody	Bilanční
Dodaná energie na přípravu TV $Q_{\text{fuel,DHW}}$ [GJ/rok]	3,15
Spotřeba pomocné energie na přípravu TV $Q_{\text{Aux,DHW}}$ [GJ/rok]	0
Energetická náročnost přípravy TV $EP_{\text{DHW}} = Q_{\text{fuel,DHW}} + Q_{\text{Aux,DHW}}$ [GJ/rok]	3,15
Měrná spotřeba energie na přípravu teplé vody vztažená na celkovou podlahovou plochu $E_{\text{PDHW,A}}$ [kWh/(m ² .rok)]	2

Tab. č. 15: Dílčí hodnocení energetické náročnosti přípravy teplé vody:

Energetická náročnost budovy	Bilanční
Výroba energie v budově nezapočtená v dílčích energetických náročnostech (např. z kogenerace a fotovoltaických článků) Q_E [GJ/rok]	0,00
Energetická náročnost budovy EP [GJ/rok]	91,56
Měrná spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu EPA [kWh/(m ² .rok)]	44
Měrná spotřeba energie referenční budovy $R_{\text{rq,A}}$ [kWh/(m ² .rok)], tj. energetická náročnost referenční budovy R_{rq} vztažená na celkovou podlahovou plochu A	142
Vyjádření ke splnění požadavků na energetickou náročnost budovy	Budova splňuje požadavky
Třída energetické náročnosti hodnocené budovy	A – mimořádně úsporná

Tab. č. 16.: Ukazatel celkové energetické náročnosti budovy:

5.9. VÝPOČET HODNOTY PŘÍPOJNÉHO VÝKONU ZDROJE TEPLA, VYCHÁZEJÍCÍ Z HODNOT POTŘEBNÉHO TEPELNÉHO PŘÍKONU PRO VYTÁPĚNÍ, VZT A OHŘEV TUV.

Zdroj tepla tepelné čerpadlo je dimenzováno na 80 % celkové tepelné potřeby a bod bivalence byl stanoven na -8,2 °C. Celkový výkon zařízení (přípojného výkonu) je 20 kW při teplotě primáru 0°C a požadované výstupní teplotě 45°C:

Teplota sekundár	Primár primár	-5°	0°	5°	10°	15°	20°
Výstup 35°	Topný výkon	18,50	x	24,50	27,50	30,20	32,40
	Chladicí výkon	13,40	x	19,00	21,60	23,90	25,80
	Elektrický příkon	5,10	x	5,50	5,90	6,30	6,60
	COP	3,63	x	4,45	4,66	4,79	4,91
Výstup 45°	Topný výkon	18,20	x	23,90	27,20	29,80	32,10
	Chladicí výkon	12,50	x	17,60	20,80	23,10	25,00
	Elektrický příkon	5,70	x	6,30	6,40	6,70	7,10
	COP	3,19	x	3,79	4,25	4,45	4,52
Výstup 55°	Topný výkon	18,50	20,90	23,40	26,30	29,40	31,90
	Chladicí výkon	11,90	14,00	16,40	19,10	21,90	24,10
	Elektrický příkon	6,60	6,90	7,00	7,20	7,50	7,80
	COP	2,80	3,03	3,34	3,65	3,92	4,09

Tab. č. 17: Parametry tepelné čerpadla

Při nízkých teplotách dochází ke snížení výkonu tepelné čerpadla, zde napomáhá zvýšení výkonu elektrický vestavěný kotel o výkonu až 15,7 kW, který je regulovatelný ve třech stupních. Celkový poměr pokrytí dodávky tepelným čerpadlem ku elektrokotli je 97 % ku 3%.

5.10. POPIS PŘÍPOJKY PRIMÁRNÍHO MÉDIA, NOMINÁLNÍ PARAMETRY

Za primární stranu okruhu je v tomto systému uvažována doprava topného média od tepelného čerpadla po tlakový rozdělovač, tento okruh je hydraulicky propojen přes akumulární nádrž IVT BC 500. Tato část okruhu je vedena v měděném potrubí Cooper HH rozměru 54 x 1,2 mm a je izolován tepelnou izolací na bázi syntetického kaučuku Armaflex AC tl. 25 mm. Nominální průtok topného média primárním okruhem je 2049.9 kg/h, tj. při

stavu, kdy budou současně fungovat sekundární topné okruhy na 100%, tento stav však není předpokládán. Nominální výkon tepelného čerpadla, kterým je nabíjen akumulční zásobník je 20 kW.

5.11. POPIS VÝMĚNÍKOVÉ STANICE TEPLA, UMÍSTĚNÍ, PARAMETRY PRIMÁRNÍ A SEKUNDÁRNÍ STRANY, ZABEZPEČOVACÍ A REGULAČNÍ SYSTÉM

Primární a sekundární strana je hydraulicky oddělena tlakovým rozdělovačem Meibes určeným pro tři ropné okruhy, umístěném v technické místnosti. Odtud se sekundární okruh dělí na tři samostatné okruhy: Okruh č. 1 otopná tělesa s nominálním průtokem 490,1 kg/h, okruh č. 2 vodní ohřívač T 4000 5R / typ 2 (jednotka č. 1 Duplex-S 3100) s nominálním průtokem 1285,6 kg/h, okruh č. 3 vodní ohřívač T 900 3R / typ 1 (jednotka č. 2 Duplex-S 900) s nominálním průtokem 274,3 kg/h. Sekundární okruhy jsou zapojeny jako směšovací okruhy s třicestným ventilem a proporcionálně řízeným oběhovým čerpadlem.

Okruh otopných těles je hydraulicky vyvážen pomocí termoregulačních ventilů, které jsou součástí dodávky otopných těles, jejich přednastavení je patrné z výkresu Vytápění.

Zabezpečovací zařízení sekundárního okruhu je zajištěno pojistným ventilem HONEYWELL SM 120 s otevíracím tlakem 250 kPa.

Na zpětném potrubí mezi akumulční nádobou a tepelným čerpadlem bude umístěna expanzní nádoba Reflex NG 18/6 o objemu 18 l a maximálním přetlaku 6 bar.

5.12. UMÍSTĚNÍ ZDROJE TEPLA, POŽADAVKY NA DISPOZIČNÍ A STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

Hlavní zdroj tepla je umístěn v technické místnosti č. 112. Je nutné dodržovat minimální odstupové vzdálenosti dané výrobcem, uvedené v příloze. Dále je nutné dodržovat manipulační plochy určené pro vzduchotechnické jednotky, aby byl umožněn jejich servis. Přesná poloha je zakreslena ve výkresu č. TZ6.

Speciální stavební řešení si vyžaduje technologické zařízení technické místnosti. Dřevěné konstrukce nejsou navrženy na velkou únosnost, nemůže být tedy zařízení (tepelné čerpadlo, akumulční zásobník, zásobník TV a jednotka Duplex-S 3100) položena přímo na čistou podlahu, ale je navrženo řešení sestávající z ocelových konstrukcí-podstavců, které budou vyrobeny na míru a zabudovány do konstrukce podlahy ještě před zateplením slaměnými balíky. Tyto podstavce budou umístěny na železobetonové desce a ukotveny. Je důležité dodržet přesné odstupové vzdálenosti, aby bylo možné osazení zařízení po vyhotovení čistých podlah.

5.13. VÝPOČET VĚTRÁNÍ KOTELNY, ŘEŠENÍ PŘÍVODU A ODVODU VZDUCHU, STAVEBNÍ A TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.

Prostor kotelny je větrán pouze mechanicky, objemový tok je 10 m³/h. Přívod čerstvého vzduchu do prostoru je přiváděn prostorem pod dveřmi bez prahu o výšce 110 mm. Zařízení nevyžaduje speciální posouzení a pro něj není předepsaný přívod vzduchu. V místnosti se nenachází okenní otvor.

5.14. VÝPOČET PRŮŘEZU KOUŘOVODŮ A KOMÍNŮ

V objektu se nenachází kouřovody ani komíny.

5.15. ŘEŠENÍ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI KOTELNY

Není předmětem řešení této projektové dokumentace

5.16. POPIS POŽADOVANÉHO OTOPNÉHO SYSTÉMU (VODNÍ PARNÍ NEMRZNOUCÍ KAPALINA APOD.), NOMINÁLNÍ

TEPLOTNÍ SPÁD, TLAKOVÉ PÁSMO, TYP OKRUHŮ ROZVODU TEPLA (JEDNOTRUBKOVÉ, DVOUTRUBKOVÉ)

Otopný systém je navržen v teplotním spádu 45/35 °C, otopným médiem je voda ohřívána tepelným čerpadlem. Otopný okruh je navržen jako klasická dvoutrubková soustava s nuceným oběhem.

5.17. ROZDĚLENÍ OTOPNÉHO SYSTÉMU NA JEDNOTLIVÉ OKRUHY, JEJICH TEPELNÝ VÝKON, PRŮTOK

Primární a sekundární strana je hydraulicky oddělena tlakovým rozdělovačem Meibes určeným pro tři ropné okruhy, umístěném v technické místnosti. Odtud se sekundární okruh dělí na tři samostatné okruhy: Okruh č. 1 otopná tělesa s nominálním průtokem 490,1 kg/h, okruh č. 2 vodní ohřívač T 4000 5R / typ 2 (jednotka č. 2 Duplex-S 3100) s nominálním průtokem 1285,6 kg/h, okruh č. 3 vodní ohřívač T 900 3R / typ 1 (jednotka č. 2 Duplex-S 900) s nominálním průtokem 274,3 kg/h. Sekundární okruhy jsou zapojeny jako směšovací okruhy s třicestným ventilem a proporcionálně řízeným oběhovým čerpadlem.

5.18. TLAKOVÁ ZTRÁTA, ZPŮSOB REGULACE (KVANTITATIVNÍ/KVALITATIVNÍ), PARAMETRY OBĚHOVÝCH ČERPADEL, REGULAČNÍCH VENTILŮ

Návrh otopného systému byl proveden pomocí softwaru [X]. Minimální potřebná tlaková difference pro sekundární otopný okruh byla vypočtena 58,95 kPa. Parametry oběhových čerpadel navržených na tlakovou ztrátu a daný průtok sekundárními okruhy jsou patrné z přílohy.

Kvalitativní regulace zajišťuje ekonomický provoz vytápění v závislosti na vnější teplotě s úpravou topné křivky. Ta bude upravována v závislosti na výstupních údajích čidla teploty na přívodu otopné vody, prostorového čidla a čidla umístěného pod přesahem střechy na severní straně objektu. Regulace tepelného čerpadla REGO 5101, která je vestavěná je

schopná řídit jen jeden topný okruh, resp. jedno oběhové čerpadlo otopného okruhu, to je nedostačující, z tohoto důvodu byla zvolena nadřazená regulace SIEMENS RVS 13.123 / 109 s ovládacím panelem SIEMENS AVS 37.294 / 509. Regulace REGO 501 komunikuje s nadřazeným systémem ovladače pomocí sběrnice RS485 po protokolu Modbus RTU. V zóně č. 2 Výukové místnosti je umístěno čidlo prostorové teploty a čidlo koncentrace emisí CO₂, čidla jsou propojeny s prostorovým termostatem Siemens RV 24 DC, který komunikuje s nadřazenou regulací.

Prvkem soustavy regulace jsou třicestné ventily se servopohonem, které zajišťují kvalitativní regulaci topné vody. Není-li požadován plný výkon, začne navržený třicestný ventil CV 316 RGA směřovat přívodní vodu se zpátečkou v závislosti na poloze přednastavené topné křivky.

Kvantitativní regulace je provedena pomocí termoregulačních ventilů s přednastavenou hodnotou průtoku. Výpočet těchto hodnot byl vypočten v softwaru [42] a je uveden v příloze.

5.19. POPIS PÁTEŘNÍCH A PODRUŽNÝCH ROZVODŮ, VEDENÍ, UMÍSTĚNÍ

Páteřní rozvod otopné soustavy tvoří primární okruh včetně akumulčního zásobníku, tento úsek je veden v měděném potrubí Cooper HH rozměru 54 x 1,2 mm a je izolován tepelnou izolací na bázi syntetického kaučuku Armaflex AC tl. 25 mm. Přejed primárního okruhu na sekundární je zajištěn rozdělovačem Meibes pro tři ropné okruhy. Odtud jsou tři sekundární okruhy vedeny Rautitan Stabil také s izolací Armaflex AC tl. 25 mm. Vedení potrubí je především v podlaze, v technické místnosti vedou z rozdělovače potrubí pod stropem. V objektu jsou kvůli přechodu potrubí do 2.NP navrženy dvě stoupací vedení, umístěny v místnosti č. 112 a 109b.

5.20. ZPŮSOB VYREGULOVÁNÍ A VYVÁŽENÍ SOUSTAVY ROZVODU TEPLA

Viz. 6.18. Regulace je provedena pomocí TRV ventilů, což je na tuto otopnou soustavu dostačující, nejzatíženější otopné těleso v místnosti č. 204 je nastaveno na hodnotu č. 5, tj. ne zcela otevřený ventil. Je patrná ještě rezerva v regulaci otopného systému.

Regulace otopné soustavy je realizována také pomocí směšovacích ventilů CV 316 RGA se servopohonem a čidlem na přívodním potrubí. V závislosti na požadované teplotě otopné vody je k přívodní topné vodě přimíchávána topná voda ze zpátečky.

5.21. ZABEZPEČENÍ A DOPLŇOVÁNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY VODOU, ÚPRAVA DOPLŇOVACÍ VODY

Dopouštění soustavy je pomocí automatického dopouštěcího ventilu. Jakmile tlak poklesne pod nastavenou hodnotu minimálního provozního tlaku, ventil se automaticky otevře a doplní množství vody na požadovaný provozní tlak soustavy. Ventil má integrovaný zpětný ventil, filtr a uzavírací ventil, součástí je manometr.

5.22. TLAKOVÉ POMĚRY PŘI VYCHLADLÉ SOUSTAVĚ (PLNÍCÍ TLAK, PROVOZNÍ TLAK, MAX. TLAK, OTEVÍRACÍ TLAK POJISTNÉHO VENTILU)

Expanzní zařízení je navrženo pro otopný okruh, který sestává z primárního okruhu (tepelné čerpadlo – akumulární nádrž - rozdělovač) a tří sekundárních okruhů (okruh otopných těles, ohřívače jednotky č. 1, ohřívače jednotky č. 2). Primární okruh je hydraulicky propojen akumulární nádrží, musí být do objemu soustavy započítán i tento objem.

Navrhované expanzní zařízení je podloženo těmito parametry otopné soustavy:

Objem soustavy: 161,3 l

Objem akumulční nádrže: 500 l

Celkem V: 561,3 l

Teplotní spád: 45/35 °C, střední teplota topné vody 40 °C ($\rho_T = 992,2 \text{ kg/m}^3$)

Otevírací tlak pojistného ventilu pot: 250 kPa

Statická výška soustavy Hst: 3,81 m ($\rho_{H_2O} = \rho_{st} = 38,1 \text{ kPa}$)

Výpočtem byly stanoveny tyto hodnoty:

Minimální provozní tlak p_1 : 68,1 kPa

Plnicí tlak p_2 : 99,19 kPa

Zavírací tlak pojistného ventilu – konečný tlak p_3 : 200 kPa

Navržena expanzní nádoba Reflex NG 18/6 o objemu 18 l s max. provozním tlakem 6 bar.

5.23. VÝPOČET POJISTNÉHO VENTILU

Návrh pojistného ventilu je znátorněn v příloze. Výsledkem návrhu je Honeywell SM 120 - 1/2“.

5.24. POPIS ZPŮSOBU VYTÁPĚNÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ PROSTORŮ A PROVOZŮ

Objekt je rozdělen na dvě zóny, přičemž zóna č. 1 je vytápěna kombinovaně teplovzdušně (75 %) a otopnými tělesy (25%). Zóna č. 2 je vytápěna jen teplovzdušně.

Rozdělením objektu na dvě zvlášť vytápěné zóny je nutné zajistit jejich plynulou regulaci nezávisle na sobě. Tento problém řeší nadřazená regulace Siemens, která bude programovaná na přesné požadavky a parametry provozu budovy. Hlavním požadavkem je,

aby otopný systém byl schopný fungovat nezávisle na aktuálních potřebách jedné či druhé zóny.

5.25. POPIS OTOPNÝCH PLOCH, UMÍSTĚNÍ, ZPŮSOB PŘIPOJENÍ NA TEPELNOU SOUSTAVU, REGULACE TEPLoty V PROSTORU

Otopné plochy jsou navrženy ze systému Korado Radik, typ VK s vestavěným termoregulačním ventilem, připojení přes připojovací radiátorové šroubení Vekolux. Součástí těles je také odvzdušňovací ventil. Na tělesa budou namontovány termostatické hlavice Heimeier DX s proporcionálním řízením 2 K, což umožňuje částečnou regulaci teploty v místnosti. Umístění těles je převážně pod okny nebo v blízkosti potřeby sálání tepla.

V zóně č. 2 je teplota v místnosti upravována prostřednictvím prostorové regulace Siemens, která má připojené čidla prostoru a emisí CO₂. V místnosti se dle druhu provozu předpokládá velký tepelný zisk, instalace tohoto zařízení je tedy nezbytná i kvůli chlazení.

5.26. POPIS PŘIPOJENÍ VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ NA OTOPNOU SOUSTAVU, ZPŮSOB REGULACE TEPLoty, NOMINÁLNÍ TEPELNÉ VÝKONY, PRŮTOKY, TLAKOVÉ ZTRÁTY VÝMĚNÍKŮ

V objektu se nachází dvě VZT jednotky. Dodavatelem jednotek je firma Atrea, jedná se o jednotku č. 1: Duplex-S 3100 s vodním ohřívacem T 4000 5R / typ 2 s nominálním průtokem 1285,6 kg/h a tlakovou ztrátou 3,9 kPa a jednotku č. 2: Duplex-S 900 s vodním ohřívacem T 900 3R / typ 1 s nominálním průtokem 274,3 kg/h a s tlakovou ztrátou 7,07 kPa.

Teplota bude regulována pomocí třicestného směšovacího ventilu se servopohonem ovládaného nadřazenou regulací. Popis regulace viz. 6.18.

5.27. PARAMETRY OBĚHOVÝCH ČERPADEL, REGULAČNÍCH VENTILŮ

Oběhová čerpadla jsou navržena od firmy Grundfos a jejich návrh je uveden v příloze.

Regulační ventily nejsou v objektu užity. Soustava je vyregulována TRV.

5.28. MĚŘENÍ SPOTŘEBY TEPLA, INSTALACE MĚŘIČŮ SPOTŘEBY TEPLA, UMÍSTĚNÍ, TYP, VYHODNOCENÍ

Měření spotřeby tepla není v objektu instalováno.

5.29. POPIS ZPŮSOBU PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY, PŘIPOJENÍ NA OTOPNOU SOUSTAVU, TEPELNÝ VÝKON

Teplá voda je připravována v dvouplášťovém zásobníku ACV Smartline o objemu 800 l. potřebný výkon pro ohřev TV je 3,66 kW. Voda bude nahřívána na 55 °C, pomocí elektrokotle je umožněno krátkodobé zvýšení TV až na 65 °C, to kvůli ochraně před Legionellou. Tepelné čerpadlo ohřívá vodu buď v akumulacím zásobníku pro otopný systém, nebo TV v zásobníku teplé vody. V provozu má vždy přednost ohřev TV. Přepnutí do režimu ohřevu TV je pomocí třicestného ventilu uvnitř TČ.

5.30. ZPŮSOB REGULACE PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Teplá voda v zásobníku je regulována pomocí teplotního čidla, které hlídá teplotu uvnitř zásobníku a napomáhá řídit jeho nabíjení prostřednictvím regulace REGO 5101 umístěné uvnitř tepelného čerpadla.

5.31. TYPY NAVRŽENÝCH ZAŘÍZENÍ

Název zařízení	Výrobní označení	Typ zařízení
Vzduchotechnická jednotka	Duplex-S 3100	T 4000 5R / typ 2
	Duplex-S 900	T 900 3R / typ 1
Tepelné čerpadlo	IVT Greenline HE	21E
Akumulační zásobník	IVT BC	500/3
Zásobník teplé vody	ACV Smartline	800
Otopná tělesa	Radik VK	11, 20, 22,33
Oběhové čerpadlo (okruh č.1 - OT)	Grundfos MAGNA	25-60
Oběhové čerpadlo (okruh č.2 – jednotka č.1)	Grundfos ALPHA	L 25-40 130
Oběhové čerpadlo (okruh č.3 – jednotka č.2)	Grundfos MAGNA	25-40
Oběhové čerpadlo (chladicí okruh)	Grundfos CR 1S	5 A-A-A-E-HQQE

Tab. č. 18: Typy navržených zařízení

5.32. POTRUBÍ, NÁTĚRY, IZOLACE, ZAVĚŠENÍ, ULOŽENÍ, KOMPENZACE

Potrubí je vyvedeno ve dvou materiálech: měď a Pe-X. Přesný výpis prvků je uveden v příloze. Pátevní rozvod otopné soustavy tvoří primární okruh včetně akumulčního zásobníku, tento úsek je veden v měděném potrubí Cooper HH rozměru 54 x 1,2 mm a je izolován tepelnou izolací na bázi syntetického kaučuku Armaflex AC tl. 25 mm. Přejechod primárního okruhu na sekundární je zajištěn rozdělovačem Meibes pro tři ropné okruhy. Odtud jsou tři sekundární okruhy vedeny Rautitan Stabil také s izolací Armaflex AC tl. 25 mm. Vedení potrubí je především v podlaze, v technické místnosti vedou z rozdělovače potrubí pod stropem. V objektu jsou kvůli přechodu potrubí do 2.NP navrženy dvě stoupací vedení, umístěny v místnosti č. 112 a 109b.

5.33. VÝPIS MATERIÁLU POTRUBÍ JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ SOUSTAVY, DEFINICE NÁTĚRŮ, TEPELNÝCH IZOLACÍ, POPIS ZPŮSOBU ZAVĚŠENÍ POTRUBÍ, ULOŽENÍ A KOMPENZACE

Přesný výpis materiálu je uveden v příloze.

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB



TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB

6. Technická zpráva zařízení vzduchotechniky

Student:

Bc. Ondřej Bija

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

6. TECHNICKÁ ZPRÁVA ZAŘÍZENÍ VZDUCHOTECHNIKY

6.1. SOUPIS VÝCHOZÍCH PODKLADŮ (ZADÁNÍ INVESTORA, POUŽITÝCH PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ A NOREM)

Cílem návrhu bylo vytvořit v domě příjemné a zdravé mikroklima o požadované teplotě a maximální koncentraci 1200 ppm. Dům je navrhován jako nízkoenergetický s velmi těsnou obálkou, která bude splňovat podmínky $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$. Aby se minimalizovaly ztráty větráním za dosažení minimální hygienické výměny, je právě mechanické větrání nezbytností.

Vzduchotechnika bude zároveň sloužit pro vytápění objektu i jako zdroj chladu.

Dokumentace je zpracována v rozsahu pro provádění staveb dle [29].

Výchozími podklady pro zpracování vzduchotechnické dokumentace:

- požadavky na provoz budovy (dvouzónové rozdělení)
- hygienické předpisy (minimální výměny vzduchu dle příslušného požadavku na místnost, či zónu)
- výkresy stavební části
- podnikové a státní normy oboru vzduchotechnika

Soupis použitých právních předpisů:

- EN CR 1752 CEN - Ventilation for Buildings: Design Criteria for the Indoor Environment,
- ČSN 01 13 3454 - Technické výkresy - Instalace - Vzduchotechnika, klimatizace,
- ČSN EN ISO 13779 - Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy,
- ČSN 73 0540 - Tepelná ochrana budov,
- Nařízení vlády č.502/2011Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací,
- ČSN EN 12831 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu,
- Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb,

- Projekční podklady firmy Atrea
- Software Atrea Duplex 6.30

6.2. KLIMATICKÉ PODMÍNKY MÍSTA STAVBY A PROVOZNÍ PODMÍNKY

Objekt se nachází v klimatické oblasti města Ostrava:

Nadmořská výška	Venkovní výpočtová teplota v zimním období	Normální tlak vzduchu	Entalpie v zimním období	Venkovní výpočtová teplota letním období	Entalpie v letním období	Otopné období pro $t_{em} = 13^{\circ}\text{C}$	
h	t_e	p	i_e	t_e	i_e	t_{es}	d
[m]	[$^{\circ}\text{C}$]	[kPa]	[kJ.kg^{-1}]	[$^{\circ}\text{C}$]	[kJ.kg^{-1}]	[$^{\circ}\text{C}$]	[dny]
217	-15	98,1	-16	32	53,2	4	229

Tab. č. 19: Parametry klimatické oblasti

Provozní podmínky: Objekt je řešen jako dvouzónový, a sice zóna č. 1 - pobytový prostor a zóna č. 2 - výuková část, tyto zóny jsou navrženy tak, aby byl umožněn jejich nezávislý provoz. V objektu se nachází dvě jednotky Atrea - Duplex-S 3100 (zóna č. 1) a Duplex-S 900 (zóna č. 2). Ty jsou vybaveny zpětným získáváním tepla v podobě protiproudých rekuperátorů o účinnosti 79%. Vzduch z venkovního prostředí je tak předeřhříván na teplotu 12,65 $^{\circ}\text{C}$.

Jednotky mají svou vestavěnou řídicí regulaci řady DC, která umožňuje plně automatický provoz s možností nastavení týdenního režimu. Tomuto systému regulace je nadřazena regulace SIEMENS RVS 13.123 / 109 s ovládacím panelem SIEMENS AVS 37.294 / 509, která zároveň ovládá celý systém vytápění. Ten sedělí na tři samostatné okruhy, z nichž dva zásobují otopnou vodou ohříváče v jednotkách: okruh č. 2 vodní ohříváč T 4000 5R / typ 2 (jednotka č. 1 Duplex-S 3100) s nominálním průtokem 1285,6 kg/h, okruh č. 3 vodní ohříváč T 900 3R / typ 1 (jednotka č. 2 Duplex-S 900) s nominálním průtokem 274,3

kg/h. Tyto okruhy jsou zapojeny jako směšovací okruhy s třicestným ventilem a proporcionálně řízeným oběhovým čerpadlem.

V místnosti č. 102, kterou zásobuje čerstvým a ohřátým vzduchem jednotka č. 2, je umístěno prostorové čidlo, včetně čidla hlídající koncentraci ppm.

6.3. POŽADOVANÉ PARAMETRY VNITŘNÍHO MIKROKLIMATU S ODVOLÁNÍM NA PRÁVNÍ PŘEDPISY

Hodnoty minimální a maximální násobnosti výměny vzduchu se odvíjí od požadavků EN CR 1752 CEN (hygienická třída jakosti mikroklimatu „C“) pro udržení optimální koncentrace CO₂ 1200 ppm a doporučených hodnot dle ČSN EN ISO 13779 Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy. Zde je přehled následujících hodnot uvažovaných při návrhu vzduchotechnického zařízení v objektu:

Druh místnosti	Intenzita větrání [-/h]	
	Méně příznivé: Min výměna [-/h] x vzduch na osobu [m ³ /h] x zařizovací předmět [m ³ /h]	Maximální výměna [-/h]
Recepce	1	6
Interaktivní místnost	2	20
Jídelna	30/os	15
Koupelna	1,5 x 50	10
Pokoj - 1 os	0,5	6
Pokoj - 2 os	40/2 os	6
Pokoj - 2 os a více	25/os	6
Samostatné WC	2 x 50/1 mísa	20
Společná koupelna	4	10
Šatna	1	8
Výuková místnos	25/os	20
Chodby, haly	1	10
Obytná místnost	1	6
Společné WC	2 x 40	20
Technická místnost	0,5	10
Úklidová místnost	10/1 výlevka	10

Tab. č. 20: Intenzita větrání

Požadované parametry vnitřního vzduchu:

Léto: 22 °C, max. 27 °C,

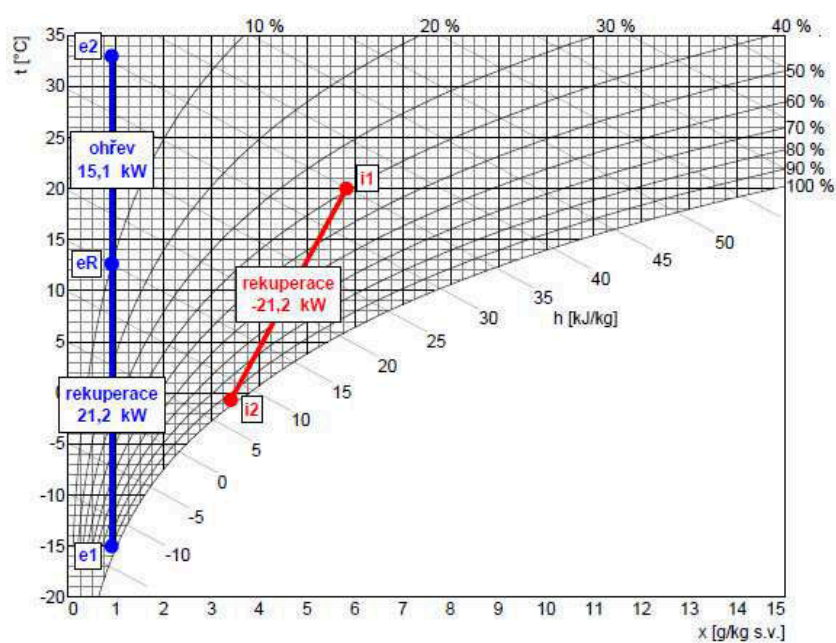
Zima: 20 °C (24 °C), $\phi = 40 \%$,

Především z hlediska relativní vlhkosti je všeobecný problém se VZT zařízeními. Při tak velkém objemu vzduchu a dosahované teploty přiváděného vzduchu (33 °C) prakticky nelze dosáhnout požadované relativní vlhkosti vnitřního vzduchu bez dalších strojních zařízení na úpravu vnitřního vzduchu, které jsou však velmi energeticky náročné.

Z následujících H-X diagramu je patrná relativní vlhkost přiváděného vzduchu pro obě zóny, činí pouze 3% (při extrémní návrhové situaci). Není to však celková hodnota, nejsou v ní totiž zohledněny parametry provozu a vnitřních zisků vlhkosti, čímž jsou především lidé, květiny apod. Tento typ budovy není využíván jako stálý obytný prostor, pouze jako přechodné ubytování. Navíc při extrémních podmínkách, čímž je i množství vzduchu přiváděného do místnosti je teoreticky nemožné dosáhnout tak nízké hodnoty. V tomto typu provozu, kde je návrhový počet osob v každé zóně max. 20, přičemž a neuvažuje se 100% výkon VZT jednotek obou zón současně je možné tento fakt spojený s relativní vlhkostí zanedbat.

V případě, že by uživatel budovy během provozu byl s tímto návrhovým stavem nespokojen a prokázalo se, že předpoklad návrhu je nesprávný a nejsou tak zajištěny požadované podmínky vnitřního prostředí, je možné dodatečně navrhnout zvlhčování vzduchu. Jedná se však o ekonomicky zápornou úpravu a podobně jako u chlazení by se tato energie výrazně podepsala na celkové spotřebě energií.

Zimní provoz



Přívod

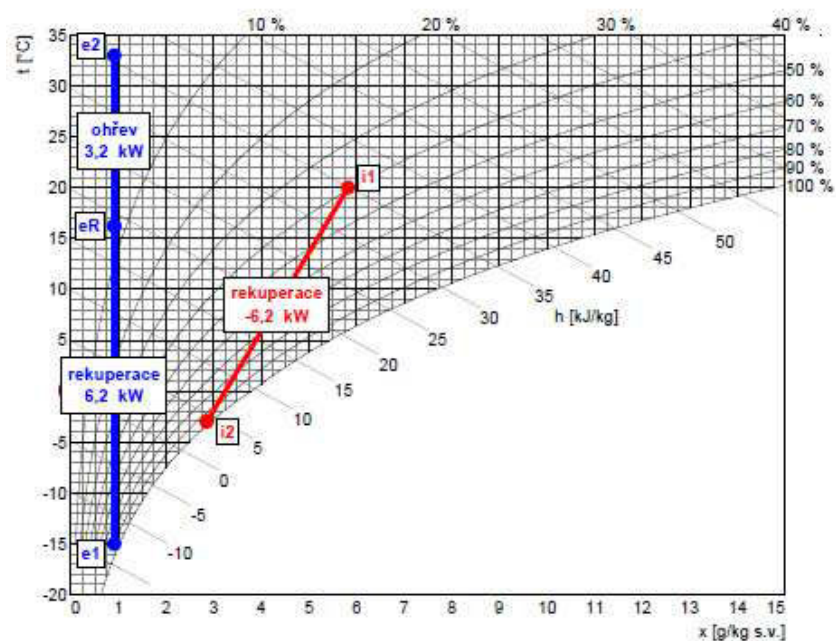
	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	-15,0	90
eR	rekuperace	12,6	10
e2	ohřev	33,0	3

Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	20,0	40
i2	rekuperace	-0,7	98

Graf. č. 6: H-X diagram – jednotka č. 1

Zimní provoz



Přívod

	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	-15,0	90
eR	rekuperace	16,2	8
e2	ohřev	33,0	3

Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	20,0	40
i2	rekuperace	-3,0	97

Graf. č. 7: H-X diagram – jednotka č. 2

6.4. POPIS ZÁKLADNÍ KONCEPCE VZDUCHOTECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Vzduchotechnické zařízení je navrženo jako rovnotlaké a je rozděleno na dva režimy dle letního a zimního období. VZT zároveň plní funkci vytápění, v letním období slouží pouze jako distributor čerstvého vzduchu a v případě jednotky č. 2 i jako distributor chladu, kdy je místnost č. 102 pasivně chlazená. Čerstvý nebo otopný vzduch je přiváděn do obytných a komunikačních místností distribučními elementy – vyústky a anemostaty, znehodnocený vzduch je pak odváděn ze „špinavých“ provozů – WC, koupelny, úklidové místnosti. Teplo z odpadního odsávaného vzduchu prochází přes protiproudý výměník v jednotce a dokáže své teplo předat přívodnímu čerstvému vzduchu, dojde tak k předehřátí studeného vzduchu na až 12,65 °C.

6.5. VÝPOČET TYPŮ PROSTORŮ VĚTRANÝCH PŘIROZENĚ NEBO NUCENĚ, ZAJIŠTĚNÍ PŘEDEPSANÉ HYGIENICKÉ VÝMĚNY VZDUCHU V JEDNOTLIVÝCH PROSTORECH,

V následujících tabulkách je uveden přehled místností a jejich typ vytápění, zároveň jsou zde uvedeny předepsané objemy vzduchu, které je nutno vyměnit. Minimální množství přiváděného vzduchu V_m je odvozeno z tabulky Tab. č. 20.: Intenzita větrání viz.7.3.

Zóna č. 1: Obytný prostor:

Číslo místnosti	Název místnosti	Vm Objem místností	Způsob vytápění	Min. množství přiváděného vzduchu do místnosti $\min V_m$	Množství vzduchu odsávaného V _{il} (WC, sprchy)
Jednotky		[m³]	Teplovzdušně	[m3/h]	[m³/h]
			Otopná tělesa		
Vzorec			Nevytápěno	$\min V_m = \min * V_m$	
101	Recepce	64,40	VZT	64,40	
103	Jídelna	93,30	VZT	250,00	300,00
104	Bezbariérové WC	13,60	OT	40,00	40,00
105	Wc ženy	34,30	OT	68,60	100,00
106	Wc muži	24,30	OT	48,60	100,00
107	Hala	106,90	VZT	106,90	

113	N - schodiště	48,90	NE	48,90	
108	N - šatna	34,90	NE	34,90	85,00
109a	Pokoj správce	50,40	VZT	50,40	
109b	Koupelna správce	13,70	OT	50,00	100,00
110	Interaktivní místnost	69,10	OT	138,20	140,00
111a	Bezbariérový pokoj	36,80	VZT	36,80	
111b	Bezbariérová koupelna	22,90	OT	50,00	130,00
112	N - technická místnost	35,50	NE	17,75	10,00
201	Hala	76,70	VZT	76,70	
202a	Pokoj I-a.	32,20	VZT	40,00	
202b	Pokoj I I-b.	23,70	VZT	11,85	
202c	Pokoj I.-koupelna	9,30	OT	50,00	100,00
203	Koupelna muži	34,80	OT	139,20	140,00
204	Koupelna ženy	36,40	OT	145,60	145,00
205	N - úklidová místnost	4,60	NE	10,00	323,00
206	N - chodba	22,50	NE	22,50	340,00
207	Pokoj II.	74,50	VZT	100,00	
208	Pokoj III.	120,00	VZT	150,00	
209	Pokoj IV.	31,00	VZT	40,00	
210	Pokoj V.	31,90	VZT	40,00	
211a	Pokoj VI.	44,30	VZT	40,00	
211b	Pokoj VI. - koupelna	10,90	OT	16,35	83,00
212a	Pokoj VII.	44,30	VZT	40,00	
212b	Pokoj VII. - koupelna	10,90	OT	16,35	83,00

Tab. č. 21: Parametry větrání, zóna č. 1

Zóna č. 2: Výukový prostor

Číslo místnosti	Název místnosti	V _m Objem místností	Způsob vytápění	Min. množství přiváděného vzduchu do místnosti $\min V_m$	Množství vzduchu odsávaného V_{il}
Jednotky		[m ³]	Teplovzdušně	[m3/h]	[m ³ /h]
Vzorec				$\min V_m = \min * V_m$	
102	Výuková místnost	120,30	VZT	525	525

Tab. č. 22: Parametry větrání, zóna č. 1

6.6. MINIMÁLNÍ DÁVKY ČERSTVÉHO VZDUCHU, PODÍL VZDUCHU CÍRKULAČNÍHO, PODÍL VZDUCHU NA POKRYTÍ TEPELNÝCH ZTRÁT

Minimální dávky čerstvého vzduchu byly zahrnuty v přechozí tabulce v bodě 7.5.

V objektu není vzduch cirkulován, jednotky tuto funkci neumožňují. Následující tabulky znázorňují místnosti, které jsou vytápěny teplovzdušně a jejich potřebu vzduchu na pokrytí tepelných ztrát.

Zóna č. 1: Pobytový prostor:

Číslo místnosti	Název místnosti	V _m Objem místností	Způsob vytápění	Množství vzduchu pro pokrytí ztrát místnosti V _{e1}
Jednotky		[m ³]	Teplovzdušně	[m ³ /h]
Vzorec				V _{e1} =Q _m / (c _N *(t _{c2} - t _i))
101	Recepce	64,40	VZT	159,10
103	Jídelna	93,30	VZT	295,82
107	Hala	106,90	VZT	173,25
109a	Pokoj správce	50,40	VZT	86,74
111a	Bezbariérový pokoj	36,80	VZT	78,98
201	Hala	76,70	VZT	132,85
202a	Pokoj I-a.	32,20	VZT	74,64
202b	Pokoj I I-b.	23,70	VZT	24,65
207	Pokoj II.	74,50	VZT	248,57
208	Pokoj III.	120,00	VZT	360,42
209	Pokoj IV.	31,00	VZT	128,74
210	Pokoj V.	31,90	VZT	78,52
211a	Pokoj VI.	44,30	VZT	81,26
212a	Pokoj VII.	44,30	VZT	83,31

Tab. č. 23: Parametry vytápění, zóna č. 1

Zóna č. 2: Výukový prostor

Číslo místnosti	Název místnosti	V _m Objem místností	Způsob vytápění	Množství vzduchu pro pokrytí ztrát místnosti V _{e1}
Jednotky		[m ³]	Teplovzdušně	[m3/h]
Vzorec				$V_{e1}=Q_m/$ $(c_N*(t_{c2}-$ $t_i))$
102	Výuková místnost	120,30	VZT	573,39

Tab. č. 24: Parametry vytápění, zóna č. 1

6.7. UMÍSTĚNÍ NASÁVÁNÍ VENKOVNÍHO VZDUCHU PRO ZAŘÍZENÍ, ODVOD VZDUCHU ODPADNÍHO

Navržené typy vzduchotechnických potrubí a jejich značení ve výkresech:

e1	Přívodní potrubí otopného vzduchu do místnosti
e2	Přívodní potrubí čerstvého venkovního vzduchu
i1	Odvodní potrubí znečištěného vzduchu z místnosti
i2	Výfukové potrubí znečištěného vzduchu z jednotky

Umístění nasávacího potrubí e2 je umístěno v případě obou jednotek pod přesahem střechy. To z důvodu ovlivňování přívodu a odvodu vzduchu, ze stavebního řešení vyplynula nutnost umístění obou potrubí na stejné straně fasády a nemohl tak být vyhověno provozním požadavkům výrobcem umístit potrubí odlišné fasády. Problém byl tedy vyřešen tímto způsobem, nasávání čerstvého vzduchu v prostoru pod střechou a výfukové potrubí přímým kusem z fasády v úrovni stropu 1.NP. Nemělo by tak docházet k vzájemnému ovlivňování.

Pro jednotku č. 1 je vývod a nádech umístěn na severní fasádě domu, e2 ve výšce +5,605 m od úrovně ± 0,000 a i1 +2,900 m, pro jednotku č. 2 pak na východní straně objektu v téže výšce.

Přívodní potrubí e2 a výfukové potrubí i1 je opatřeno protidešťovou stříškou, která musí být doplněna sítkou proti hmyzu a ptactvu.

6.8. POČET A UMÍSTĚNÍ CENTRÁL ÚPRAVY VZDUCHU

Objekt čítá dvě jednotky, každá zóna má svou jednotku, parametry obou jednotek jsou shrnuty v následující tabulce:

Název jednotky	Typ ohřívače	Výkon [kW]	Účinnost rekuperace [%]	Předehřev vzduchu [°C]	Teplotní spád [°C]	Umístění
Duplex-S 3100	T 4000 5R / typ 2	15,1	0,79	12,65	45/35	112
Duplex-S 900	T 900 3R / typ 1	3,2				103

Tab. č. 25: Parametry vzduchotechnických jednotek

6.9. ZADÁNÍ TEPELNÝCH ZTRÁT A ZÁTĚŽÍ KLIMATIZOVANÝCH PROSTORŮ, POŽADOVANÉ PARAMETRY LETNÍ/ZIMNÍ V KLIMATIZOVANÝCH PROSTORECH

Nezkrácený výpočet tepelných ztrát je uveden v příloze, zde jen jeho stručný přehled:

1.NP		Tepelná ztráta [kW]
101	Recepce	0,70
102	Výuková místnost	2,51
103	Jídelna	1,30
104	Bezbariérové wc	0,15
105	Wc ženy	0,39
106	Wc muži	0,19
107	Hala	0,76
113	N - schodiště	-0,06
108	N - šatna	0,28
109a	Pokoj správce	0,38
109b	Koupelna správce	0,37
110	Interaktivní místnost	1,45
111a	Bezbariérový pokoj	0,35
111b	Bezbariérová koupelna	0,45
112	N - technická místnost	0,01
2. NP		
201	Hala	0,58
202a	Pokoj I-a.	0,33
202b	Pokoj I I-b.	0,11
202c	Pokoj I.- koupelna	0,32
203	Koupelna muži	0,88
204	Koupelna ženy	1,04
205	N - úklidová místnost	0,19
206	N - chodba	0,10
207	Pokoj II.	1,09
208	Pokoj III.	1,58
209	Pokoj IV.	0,56
210	Pokoj V.	0,34
211a	Pokoj VI.	0,36
211b	Pokoj VI. - koupelna	0,23
212a	Pokoj VII.	0,37
212b	Pokoj VII. - koupelna	0,23
Σ	SUMA CELKEM	17,52

Tab. č. 27: Tepelné ztráty objektu

Zimní provoz: Návrh otopného systému je navržen na 100% pokrytí tepelných ztrát za dosažení podmínek vnitřního prostředí.

Letní provoz: Zde byla posuzována zóna č. 2: Výuková místnost v programu Simulace 2010, výsledek vyšetřování je v následném odstavci.

Vstupní údaje:

Provoz: Výuková místnost

Pracovní doba: 8 – 16 h

Počet lidí: maximum 20 osob (vnitřní zisky započítány)

Obalová plocha místnosti A_t : 130.08 m²

Měrný tepelný zisk prostupem H_t : 16.57 W/K

Celk. činitel jímavosti místnosti Y_t : 358.54 W/K

Celkový činitel povrchu F_{sm} : 0.351

Opravný činitel f_c : 0.976

Opravný činitel f_r : 0.960

Zjištěny byly následné parametry:

	Teplota vnitřního vdychu	Teplota střední radiační	Teplota výsledná operativní
	[°C]	[°C]	[°C]
Minimální hodnota:	22.77	25.68	24.40
Průměrná hodnota:	25.77	25.94	25.85
Maximální hodnota:	28.03	26.48	26.87

Tab. č. 28: Výsledek simulace místnosti v letním období

Maximální denní hodnota nesplňuje požadavky [24], která stanovuje maximální denní hodnotu na 27 °C, z toho důvodu bylo využito možnosti chlazení, které nabízí VZT jednotka. Maximální možný výkon chladiče, který je možné instalovat do jednotky Duplex-S 900 je 2,9 kW při teplotě vzduchu přiváděného do místnosti 17,3 °C.

Tento výkon chladiče je schopný snížit teplotu v místnosti za extrémních podmínek, tzn. 32°C po denní interval max. 10h a plného obsazení učebny. Hodnota snížení teploty je 1,5 K, výsledná teplota tedy bude 26,5 °C. Nutno podotknout, že se jedná o extrémní stav, při potřebě investora dosáhnout během provozu požadovanou hodnotu např. 20 °C, musela by být

instalována klimatizační jednotka např. typu Split, která je schopná dosáhnout potřebného výkonu, jedná se však o nízkoenergetickou budovu a pořízení takové jednotky je extrémně energicky náročné, výpočtem byla stanovena hodnota výkonu při komfortních podmínkách 20°C na 17,7 kW. Instalace takového zařízení tedy vzhledem k celkové energetické bilanci není doporučována.

Výpočet poklesu teploty je uveden v příloze.

6.10. POŽADAVKY NA PŘÍVOD ČERSTVÉHO VZDUCHU A ODVĚTRÁNÍ MÍSTNOSTÍ,

Požadavky uvedeny v tabulce, v bodě 7.6

6.11. VZDUCHOVÉ VÝKONY V JEDNOTLIVÝCH TYPECH MÍSTNOSTÍ

Zóna	Q _m Výpočtová ztráta	Min. množství přiváděné ho vzduchu do místnosti min V _m	Množství vzduchu pro pokrytí ztrát místnosti V _{e1}	Navržené množství vzduchu pro pokrytí tepelných ztrát V _{e1,skut}	Množství vzduchu odsávané ho V _{i1}
Jednotky	[kW]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]
Vzorec		$\min V_m = \min n \cdot V_m$	$V_{e1} = Q_m / (c_N \cdot (t_c - t_i))$		
1.	15,03	1927,6	2006,85	2219	2219
2.	2,51	525	573,39	575	575

Tab. č. 29: Vzduchové výkony

6.12. HLUKOVÉ PARAMETRY VE VNITŘNÍM A VENKOVNÍM PROSTŘEDÍ

Navržený vzduchotechnický systém splňuje [32].

Jednotky Duplex jsou vybaveny každá dvěma EC ventilátory s pružným uložením, které je schopno eliminovat přenos vibrací do rámu jednotky. Jednotky jsou zároveň opatřeny pláštěm se sendvičovými panely z hliníkového plechu s vnitřní vrstvou z polyuretanu tl. 22mm.

Prívodní potrubí je vedeno přes některé pobytové místnosti, je tedy nutné jej odhlučnit. Bude tak provedeno izolačním návlekm Termosleev, který zároveň slouží jako tepelná izolace. Hluku v pobytových místnostech taky bylo přecházeno návrhem rychlostí proudění, které přes tyto místnosti nepřesahují hodnotu 1,7 m/s.

Jednotky svým umístěním předchází rušivým účinkům, nenachází se v blízkosti pobytových místností. Jednotka č. 2 je umístěna pod stropem jídelny, kde se nepředpokládá dlouhý pobyt osob.

6.13. ÚDAJE O ŠKODLIVINÁCH SE STANOVENÍM EMISÍ A JEJICH KONCENTRACE

Objekt a jeho výměny vzduchu jsou navrženy s ohledem na maximální koncentraci 1200 ppm v pobytových místnostech. V zóně č. 1 nebude tato hodnota hlídána čidlem. V zóně č.2 je to nezbytné vzhledem k provozu výukové místnosti. Při překročení požadovaných limitů $\text{CO}_2 > 1200 \text{ ppm}$, $t_{i,zima} < 20^\circ\text{C}$, $t_{i,léto} > 22^\circ\text{C}$) budou navýšeny otáčky ventilátoru VZT jednotky a objekt bude provětrán s vyšší intenzitou, v extrémních podmínkách je ventilátor nastaven až na výměnu vzduchu v místnosti s násobkem 10.

6.14. POPIS ZPŮSOBU VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE JEDNOTLIVÝCH PROSTORŮ A PROVOZŮ

Popis systému je popsán v bodě 7.2. Klimatizace není v budově instalována, pouze pasivní chlazení, popsáno v bodě 7.9

6.15. SEZNAM ZAŘÍZENÍ S UVEDENÍM VÝKONOVÝCH PARAMETRŮ

Název jednotky	Typ ohřívače	Výkon [kW]	Typ chladiče	Výkon [kW]	Předeřev vzduchu [°C]	Účinnost rekuperace [%]	Umístění
Duplex-S 3100	T 4000 5R / typ 2	15,1	-	-	12,65	0,79	112
Duplex-S 900	T 900 3R / typ 1	3,2	CHF 900 A typ 1-okr / typ 1	2,9			103

Tab. č. 30: Výkonové parametry jednotek

Název jednotky	Typ ventilátoru	Příkon přívod [W]	Příkon odvod [W]	Objem vzduchu [m ³]	Tlaková ztráta přívod [Pa]	Tlaková ztráta odvod [Pa]
Duplex-S 3100	Me.038.E C1.CF	639	642	2219	101	139
Duplex-S 900	Me.044.E C1	121	130	575	62	47

Tab. č. 31: Výkonové parametry ventilátorů

6.16. ZAŘÍZENÍ S UVEDENÍM ROZSAHU ÚPRAVY VZDUCHU

Filtrace vzduchu: zajišťuje požadovanou úroveň čistoty vzduchu na provoz budovy. Na obou jednotkách jsou na přívodu čerstvého vzduchu osazeny filtry třídy G4 – vyplétací. U těchto filtrů jsou hodnoty pro zachyt částic >3 mikrony, zadržnost 90-95%. Tyto filtry hrubé filtrace prodlužují životnost sekundárních filtrů a VZT částí.

Ohřev vzduchu: Je zajišťován dvojicí sekundárních okruhů při teplotním spádu 45/35 °C, přičemž každá jednotka má svůj okruh. Okruh č. 2 vodní ohřívač T 4000 5R / typ 2 (jednotka č. 1 Duplex-S 3100) s nominálním průtokem 1285,6 kg/h, okruh č. 3 vodní ohřívač T 900 3R / typ 1 (jednotka č. 2 Duplex-S 900) s nominálním průtokem 274,3 kg/h. Sekundární okruhy jsou zapojeny jako směšovací okruhy s třicestným ventilem a proporcionálně řízeným oběhovým čerpadlem.

Vzduch je před ohřívačem ještě předehříván pomocí rekuperace s účinností 79%, předehřev vzduchu je až na 12,65 °C.

Chlazení popsáno v bodě 7.9.

6.17. POPIS JEDNOTLIVÝCH VZDUCHOTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Vzduchotechnické jednotky Duplex-S obsahují tyto základní komponenty:

- dvojici EC ventilátorů přívodního a odpadního vzduchu,
- protiproudý rekuperační výměník z plastu hPS s účinností rekuperace 79 %
- teplovodní ohřívač optimalizovaný pro nízkoteplotní topný systém,
- popřípadě chladič umožňující využití pasivního chladu z tepelného čerpadla
- regulaci DC

Jednotka Duplex – S 3100

Větší jednotka pro teplovzdušné vytápění a větrání zóny č. 1 s maximálním objemem vzduchu 3100 m³/h. Jedná se o stojatou verzi, kde všechny hrdla Ø 400 mm jsou vyvedeny na horní části jednotky. Jednotka je umístěna na podstavci v místnosti č. 112 a je z ní umožněn

odvod kondenzátu přímo podlahou do svodného potrubí. Potrubí přívodu čerstvého vzduchu a odvod odpadního vzduchu jsou vyvedeny přímo z technické místnosti přes konstrukci obvodového pláště. Rozvod teplého vzduchu je pak dále rozváděn pod stropem k požadovaným vyústkám. Odvod odpadního vzduchu z místností je taktéž veden pod stropem.

Jednotka Duplex – S 900

Malá jednotka s možností transportu maximálního objemu vzduchu 900 m³/h. Je určena pro provoz místnosti č. 102 Výukové místnosti. Je umístěna pod stropem místnosti č. 103 Jídelny a rozvody prochází přímo skrze nosnou stěnu do učebny. Kvůli technickému řešení je přívod i odvod čerstvého/odpadního vzduchu veden přes výukovou místnost. Všechny tyto rozvody jsou vedeny pod stropem. Jednotka je využívána nejen k vytápění ale také k chlazení.

6.18. UMÍSTĚNÍ ZAŘÍZENÍ - STROJOVNY ÚPRAVY VZDUCHU, MNOŽSTVÍ VZDUCHU, VEDENÍ KANÁLŮ DO OBSLUHOVANÝCH PROSTORŮ, DISTRIBUCE VZDUCHU V PROSTORU

Podrobné informace o zařízení jsou uvedena v tabulce v bodě 7.15.

Vzduchotechnické vedení je rozváděno výhradně pod stropem popř. stoupacím potrubím do 2.NP

6.19. POŽADAVKY ZAŘÍZENÍ NA TEPELNÉ A CHLADÍCÍ PŘÍKONY A ELEKTRICKÉ PŘÍKONY

Podrobné informace o zařízení jsou uvedena v tabulce v bodě 7.15.

6.20. STRUČNÝ POPIS ZPŮSOBU PROVOZU A REGULACE

Jednotky mají svou vestavěnou řídicí regulaci řady DC, která umožňuje plně automatický provoz s možností nastavení týdenního režimu. Tomuto systému regulace je nadřazena regulace SIEMENS RVS 13.123 / 109 s ovládacím panelem SIEMENS AVS 37.294 / 509, která zároveň ovládá celý systém vytápění. Ten se dělí na tři samostatné okruhy, z nichž dva zásobují otopnou vodou ohřívače v jednotkách: okruh č. 2 vodní ohřívač T 4000 5R / typ 2 (jednotka č. 1 Duplex-S 3100) s nominálním průtokem 1285,6 kg/h, okruh č. 3 vodní ohřívač T 900 3R / typ 1 (jednotka č. 2 Duplex-S 900) s nominálním průtokem 274,3 kg/h. Tyto okruhy jsou zapojeny jako směšovací okruhy s třicestným ventilem a proporcionálně řízeným oběhovým čerpadlem.

V místnosti č. 102, kterou zásobuje čerstvým a ohřátým vzduchem jednotka č. 2, je umístěno prostorové čidlo, včetně čidla hlídající koncentraci ppm.

Kvantitativní regulace bude provedena pomocí regulačních a měřících slon IRIS, která umožňuje přesné nastavení průtoku dle PD. Korekce průtoku vzduchu bude provedena až po instalaci komponentů všech VZT vedení.

6.21. POPIS ZPŮSOBU ZAVĚŠENÍ POTRUBÍ, ULOŽENÍ

Zóna č. 1: Potrubí vedoucí otopný a čerstvý vzduch je vedeno kruhovým potrubím Spiro a Semiflex Sono (v případě přívodu e2 v místnosti č. 102) o různých průměrech. Vedení je pod stropem a potrubí je kotveno ocelovými objímkami ke konstrukci stropu-stropnic. Přívodní potrubí je izolováno tepelnou izolací Termosleev tl. 25 mm ve formě návleků. Přívodní potrubí ústí v místnostech koncovými elementy, buď podlahovými vyústkami DS 200 – 2.NP nebo anemostaty VAMP. Tyto koncové elementy, jejich počet a dimenze byly navrhovány v softwaru AirCad a byla respektována základní kritéria na max. střední rychlosti proudění v pracovní zóně (0,80 m nad podlahou) 0,30 m/s, aby nedocházelo k pocitu průvanu a hluku v prostředí elementu.

Potrubí vedoucí odpadní vzduch z místností, je odváděno ohebným potrubím Semiflex Heavy a Semiflex Sono (v případě odtahu v místnosti č. 102), kotvené taktéž ocelovými objímkami po max. 5 m. Vzduch je odsáván z místností prostřednictvím koncových elementů

– talířových ventilů od firmy Multivac ELF a ELK, kde je možnost nastavení požadované množství odtahu a rychlosti pomocí prstence.

V zóně č. 2 – výukové místnosti, je vedení potrubí specifické a je nutno dbát na přesné provedení dle výkresu č. TZ1. Konstrukce stropu provedena z dřevěných stropnic uložených kolmo na nosný průvlak. Stropnice jsou příčně opatřeny trámky jako ochrana proti klopení. Strop je upraven jako pohledový. Stykem stropnic a příčnou výztuhou vytváří „kapsy“. Vedoucí přívodní potrubí e1 pod stropem a následně ústící do koncových elementů je klasicky zavěšeno pod stropem objímkami. Odvodní potrubí i1 je vedeno ve stejné výši, je však nutné na určitých místech odvod i1 „převléct“ přes potrubí e1. Ohebné potrubí Semiflex umožňuje tuto manipulaci, je nutné dávat pozor na maximální poloměry zlomu potrubí, teoreticky by měl být maximální poloměr ohybu $0,6d'd$, je důležité při instalaci hlídat výrazné zlomy. Přejít by měl být co nejplynulejší, aby nedocházelo ke zvýšení tlakových ztrát a hluku. Podrobné znázornění této specifiky je ve výkrese č. TZ1 v detailech G-G, F-F, I, H.

6.22. KONCEPCE A ROZSAHY POTRUBNÍCH SÍTÍ ROZVODŮ TEPLA A CHLADU

Popsáno v bodě 7.21

6.23. ROZSAHY PŘÍSLUŠENSTVÍ POTRUBNÍCH SÍTÍ ROZVODŮ TEPLA A CHLADU (POČTY A TYPY ČERPADEL, UZAVÍREK A DALŠÍCH ARMATUR)

Veškeré příslušenství VZT vedení je uvedeno ve výkresech č. TZ1 - TZ5, příslušenství jednotek je uvedeno v příloze v kompletní specifikaci od výrobce.

6.24. POKYNY PRO MONTÁŽ

Při montáži budou dodržovány přesné postupy a technologické předpisy dané výrobcem jak pro montáž potrubních elementů, tak vzduchotechnických jednotek od firmy Atrea. Před zahájením montážních prací je nutno provést vzájemnou koordinaci postupu prací všech navazujících profesí. Zvýšenou pozornost je nutno věnovat spojování jednotlivých dílů trubního systému a jednotek, pro dosažení těsnosti spojů.

6.25. POŽADAVKY NA UVÁDĚNÍ DO PROVOZU (PŘEDEPSANÍ A SMLUVNÍ ZKOUŠKY, KOMPLEXNÍ VYZKOUŠENÍ, ZKUŠEBNÍ PROVOZ, MĚŘENÍ A SEŘÍZENÍ PRŮTOKU VZDUCHU, MĚŘENÍ HLUKU APOD.)

Celý vzduchotechnický systém včetně zařízení na ohřev topné a teplé vody je nutno po čas své životnosti pravidelně kontrolovat a provádět předepsanou údržbu. Před samotným zahájením provozu systému je nutné provést prohlídku, zda bylo správně osazeno a umístěno, zda odpovídá rozsah dodávky navrhovanému projektu, jestli není zařízení poškozeno, popř. neutrpělo újmu stavebními pracemi.

Po veškerých prohlídkách a montážích, se provede zkouška zařízení, která spočívá v uvedení strojů do chodu buď jako celku nebo na „prázdnou“, aby byla ověřena jeho funkčnost. Je možné jednotlivé systémy uměle zatěžovat s použitím náhradního média. V této fázi se ověřuje například určený smysl otáčení ventilátorů, náplně provozních kapalin, správné uchycení, montáž, uložení, přístupnost ovládacích prvků, pohyblivost a funkčnost regulačního systému, pohonů apod. Důležitá je zkouška ve smyslu návaznosti VZT jednotek na tepelné čerpadlo a nastavení jejich vzájemných regulačních činitelů. Dále se seřídí regulační prvky IRIS ve vzduchotechnickém potrubí, aby byl zajištěn navrhovaný přívod i odvod vzduchu.

Před předávkou zařízení uživateli je nutné zařízení podrobit komplexní zkoušce funkčnosti systému zaručující správný chod. V tento okamžik je nutné zaučit osobu správce domu ve smyslu ovládání a chodu systému. Tato osoba bude zodpovídat za správný chod a dozor celého systému.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo navrhnout a posoudit netradiční stavbu, která svou skladbou a technickým řešením nezapadá do běžné stavební praxe. Prioritou bylo použít přírodních stavebních prvků za podmínky zachování všech požadavků na stavbu tak, jak to ukládá stavební zákon. Na uvedených detailech a jejich implementování do stavební konstrukce nízkoenergetického domu jsem chtěl dokázat, že i odpadová surovina v podobě slámy může být dobrým, levným a hlavně ekologickým izolantem.

V projektu se dá popsat skoro vše, v praxi však může být realizace obtížnější, u konstrukce s užitím slaměného balíku to platí dvojnásob. Práce s tímto materiálem je velmi specifická a je třeba dodržovat několik důležitých zásad. Proto v dnešní době probíhají nejrůznější workshopy a formy osvěty. Osvětu si v této oblasti kladla za cíl i tato práce, i mé magisterské studium.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] NĚMEČEK M.: Co vše dokáže slaměný balík, Brno, 2009.
- [2] BRONSEMA N.R.: Moisture movement and mould management in straw bale walls for a cold climate, Waterloo, Ontario, Canada, 2010.
- [3] WIMMER R.: Haus der Zukunft, Wien, Jänner 2001.
- [4] GRMELA D., ČUPROVÁ D.: Tepelný odpor slaměných konstrukcí, VUT v Brně, Brno, 2010.
Dostupné na internetu: <<http://www.imaterialy.cz/Technologie/Tepelny-odpor-slamenych-konstrukci.html>>.
- [5] MINKE G., MAHLKE F.: Stavby ze slámy, Ostrava, 2009.
- [6] JONES B.: Information guide to strawbale building Todmorden, 2001. Dostupné na internetu: <<http://www.baubiologie.at/download/strawbaleguide.pdf>>.
- [7] RŮŽIČKA J., KOPECKÝ P., POKORNÝ M., STANĚK K.: Obvodové pláště z přírodních materiálů pro pasivní domy – požární a tepelně technické vlastnosti, ČVUT v Praze, Praha, Sborník konference Pasivní domy 2011.
Dostupné na internetu:
<<http://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyzkum&sub=30>>
- [8] HUDEC M.: Pasivní domy s použitím slaměných balíků - Příklady staveb a možnosti řešení v pasivním standartu, článek z konference Pasivní domy, 2007. Dostupné na internetu: <<http://www.tzb-info.cz/4467-pasivni-domy-s-pouzitim-slamenych-baliku>>.
- [9] BÍLEK V.: Dřevostavby, Navrhování dřevěných vícepodlažních budov, ČVUT v Praze, Praha, 2005.
- [10] KOLB J.: Dřevostavby, Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště, Praha, 2011.
- [11] CHYBÍK J.: Přírodní stavební materiály, Brno, 2009.
- [12] GRMELA D.: Využití slaměných balíků ve stavebních konstrukcích, Brno, 2008.
Dostupné na internetu <<http://www.slamak.info/products/vyuziti-slamenych-baliku-ve-stavebnich-konstrukcich/>>.
- [13] GRMELA D.: Tepelně technické posuzování slaměných konstrukcí, Brno, 2009.
Dostupné na internetu: <<http://www.slamak.info/products/tepelne-technicke-posuzovani-slamenych-konstrukci/>>.
- [14] HAMŠÍK D., ZEMAN P.: Protokol o zkoušce tepelného odporu stěny z balíků slámy, 2010. Závěry dostupné na internetu:

- <http://www.veronica.cz/dokumenty/udrzitelna_energie_a_krajina_2010.pdf>
- [15] TZB-INFO. Internetový portál o stavebnictví a TZB. < <http://tzb-info.cz>>.
- [16] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o obecných požadavcích na stavby.
- [17]. Z.č. 185/2001 Sb., O odpadech a o změně některých dalších zákonů, jak vyplývá z pozdějších změn.
- [18] Vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.
- [19] NV č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích.
- [20] Z.č. 100/2001 Sb., O posuzování vlivů na životní prostředí.
- [21] NV č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky.
- [22] Z.č. 34/2011 Sb., O technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů.
- [23] ČSN 73 0532 : 2010. Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky.
- [24] ČSN 73 0540-2 : 2011. Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
- [25] Vyhláška č. 291/2001 Sb., stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách.
- [26] ČSN 73 4301 : 2004. Obytné budovy.
- [27] Vyhláška č. 269/2009 Sb., o obecných požadavcích na využívání území.
- [28] ČSN 06 0320 : 2006. Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování.
- [29] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb,
- [30] EN CR 1752 CEN: 2008. Ventilation for Buildings: Design Criteria for the Indoor Environment
- [31] ČSN 13 3454: 2006. Technické výkresy - Instalace - Vzduchotechnika, klimatizace.
- [32] NV č.502/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- [33] ČSN EN 12831: 2005. Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu.
- [34] ČSN EN 12828: 2010. Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních tepelných soustav.
- [35] ČSN EN ISO 13779: 2010. Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy.

SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE:

- [36] Teplo 2010: studentská verze
- [37] Area 2010: studentská verze
- [38] Ztráty 2011: školní verze
- [39] Energie 2011: školní verze
- [40] Simulace 2010: studentská verze
- [41] AirCad: Dostupné na internetu: <<http://www.mandik.cz/cs/kestazeni>>
- [42] Ta Hydronics: Hecos
- [43] Atrea: Duplex 6.30
- [44] AutoCad Cadcon DT+ 2012: studentská verze
- [45] Microsoft Office 2010

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ:

- Obr. č. 1: „Mason Feuillette” z roku 1921
- Obr. č. 2: „Mason Feuillette” současnost
- Obr. č.3: Nejčastější rozměry balíku (dle aktuálních možností zemědělců)
- Obr. č. 4: Vázaná primární energie v jednotlivých izolačních materiálech [8]
- Obr. č. 5: Emise CO₂ uvolněné při výrobě [5]
- Obr. č. 5: Platform frame system
- Obr. č.6: Velikost slaměného balíku
- Obr. č. 7: Konopná izolace
- Obr. č. 8: Ekopanel
- Obr. č. 9: Dřevěná okna Slavona Solid Comfort SC92

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK:

Tab. č. 1: Přehled naměřených hodnot λ při různých proměnných ρ

Tab. č. 2: Tepelně fyzikální vlastnosti slámy (Ing. Daniel Grmela)

Tab. č. 3: Obvodový plášť 1 (OP1): Sendvičový systém - Vápenopískové cihly s grafitový pěnový polystyren

Tab. č. 4: Obvodový plášť 2 (OP2): Sendvičový systém - Vápenopískové cihly s foukanou celulózovou izolací, fasádní DVD desky

Tab. č. 5: Obvodový plášť 3 (OP3): Zděný systém Heluz Family 2in1

Tab. č. 6: Obvodový plášť 4 (OP4): Lehký dřevěný skeletový systém s foukanou celulózovou izolací

Tab. č. 7: Obvodový plášť 5 (OP5): Lehký dřevěný skeletový systém s izolací ze slámy a technického konopí

Tab. č. 8.: Parametry klimatické oblasti

Tab. č. 9: Parametry konstrukcí

Tab. č. 10: Tepelné ztráty objektu

Tab. č. 11.: Přehled vzduchotechnických zařízení

Tab. č. 12: Potřebný výkon pro pokrytí tepelných ztrát

Tab. č. 13: Dílčí hodnocení energetické náročnosti vytápění

Tab. č. 14: Dílčí hodnocení energetické náročnosti mechanického větrání

Tab. č. 15: Dílčí hodnocení energetické náročnosti přípravy teplé vody

Tab. č. 16.: Ukazatel celkové energetické náročnosti budovy

Tab. č. 17: Parametry tepelné čerpadla

Tab. č. 18: Typy navržených zařízení

Tab. č. 19: Parametry klimatické oblasti

Tab. č. 20: Intenzita větrání

Tab. č. 21: Parametry větrání, zóna č. 1

Tab. č. 22: Parametry větrání, zóna č. 1

Tab. č. 23: Parametry vytápění, zóna č. 1

Tab. č. 24: Parametry vytápění, zóna č. 1

Tab. č. 25: Parametry vzduchotechnických jednotek

Tab. č. 27: Tepelné ztráty objektu

Tab. č. 28: Výsledek simulace místnosti v letním období

Tab. č. 29: Vzduchové výkony

Tab. č. 30: Výkonové parametry jednotek

Tab. č. 31: Výkonové parametry ventilátorů

SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf č. 1.:Orientační kalkulace obvodové pláště pasivních domů

Graf č. 2: Vázaná primární energie v materiálu

Graf č. 3: Vázané množství emisí v materiálech

Graf č. 4: Vázaná primární energie v obvodovém plášti

Graf č. 5: Vázané množství emisí v obvodovém plášti

Graf. č. 6: H-X diagram – jednotka č. 1

Graf. č. 7: H-X diagram – jednotka č. 2

SEZNAM VÝKRESŮ

STAVEBNÍ ČÁST

ST1: Situace

ST2: Půdorys 1.NP

ST3: Půdorys 2.NP

ST4: Základy

ST5: Půdorys stropu

ST6: Řez

ST7: Pohledy

ST8: Pohled na střechu

ST9: Konstrukční detaily

TZB ČÁST

TZ1: Půdorys teplovzdušného vytápění 1.NP - Přívod

TZ2: Půdorys teplovzdušného vytápění 2.NP - Přívod

TZ3: Půdorys teplovzdušného vytápění 1.NP - Odvod

TZ4: Půdorys teplovzdušného vytápění 2.NP - Odvod
TZ5: Rozvinutý řez hlavní větví vzduchotechnického potrubí - Jednotka Č. 1
TZ6: Půdorys vytápění, chlazení 1.NP - Otopná tělesa, výměníky
TZ7: Půdorys vytápění 2.NP - Otopná tělesa
TZ8: Rozvinutý řez vytápění - Otopná tělesa
TZ9: Schéma technologického zapojení vytápění a chlazení

SEZNAM PŘÍLOH:

1. Návrh točitého schodiště
2. Základní komplexní tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí
3. Výpočet lineárního činitele prostupu tepla ψ a teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} stavebních detailů
4. Výpočet tepelných ztrát objektu, potřeby tepla na vytápění a průměrného součinitele prostupu tepla, energetický štítek obálky budovy
5. Výpočet energetické náročnosti budovy, průkaz energetické náročnosti budovy
6. Odezva místnosti na vnitřní a vnější tepelnou zátěž v letním období
7. Návrh vytápění a potřeby teplé vody
8. Návrh teplovzdušného vytápění a pasivního chlazení
9. Vizualizace